

Aus der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
Marburg a. d. Lahn

Direktor: Professor Dr. med. J. Berendes

Zur Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör

Eine Untersuchung an 2035 Gießereiarbeitern
über den Einfluß des Alters bei Beginn der
Lärmarbeit, des Geschlechts, der Lärmintensität
und des Frequenzspektrums auf die Ausbildung
von Lärmhörschäden

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Rüdiger Trabant

aus Hanau/Main

Marburg 1973

Druck: Görich & Wettershäuser, Marburg

Aus der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
Marburg a. d. Lahn
Direktor: Professor Dr. med. J. Berendes

Zur Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör
Eine Untersuchung an 2035 Gießereiarbeitern
über den Einfluß des Alters bei Beginn der
Lärmarbeit, des Geschlechts, der Lärmintensität
und des Frequenzspektrums auf die Ausbildung
von Lärmhörschäden

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Rüdiger Trabant

aus Hanau/Main

Marburg 1973

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg



Angenommen von dem Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 17. Juli 1973
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät
Dekan: Prof. Dr. H. Oepen
Referent: Prof. Dr. W. Niemeyer
Correferent: Prof. Dr. J. Berendes

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I Einleitung	1
II Stand des Problems	3
1. Einfluß der Lärmintensität auf den Hörverlust	3
2. Abhängigkeit des Hörverlustes von der Frequenzzusammensetzung des Lärms	5
3. Einfluß der Lärmbelastungsdauer auf den Hörverlust	6
4. Die individuelle Lärmempfindlichkeit	7
4.1. Der Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Eintritt in die Lärmarbeit	8
4.2. Die geschlechtsunterschiedliche Lärmempfindlichkeit	9
5. Subjektive Beschwerden nach chronischem Lärmeinfluß	11
6. Verlauf der Lärmschwerhörigkeit	12
III Fragestellung	15
IV Durchführung der Untersuchung	16
1. Stichprobe	16
2. Ablauf der Untersuchung	17
2.1. Befragung	17
2.2. Gehörgangs- und Trommelfellbefund	17
2.3. Audiometrische Untersuchung	18
2.4. Lärmmessung am Arbeitsplatz	19
V Darstellung der Ergebnisse	21
1. Ergebnisse der Befragung	21
2. Ergebnisse der ersten Fragestellung	23
2.1. Statistische Datenerhebung	23
2.2. Beschreibung der Ergebnisse	25
3. Ergebnisse der zweiten Fragestellung	43
3.1. Statistische Datenerhebung	43

	Seite
3.2. Beschreibung der Ergebnisse	46
4. Ergebnisse der 3. Fragestellung	48
4.1. Statistische Datenerhebung	48
4.2 Beschreibung der Ergebnisse	50
VI Diskussion der Ergebnisse	78
VII Zusammenfassung	92
VIII Literaturverzeichnis	95
IX Anhang	100

I EINLEITUNG

Unter der Vielzahl von Ursachen und Möglichkeiten, die zu einer Schädigung des menschlichen Hörorgans führen können, ist die übermäßige Schalleinwirkung besonders hervorzuheben. Nach RÜEDI⁴³ werden durch Schallwellen verursachte Gehörschädigungen als akustisches Trauma bezeichnet.

In zahlreichen Untersuchungen ist der Beweis erbracht worden, daß Schall einen schädigenden Einfluß auf das Gehör hat, sobald die Intensität einen bestimmten Grenzwert überschreitet oder eine höhere Intensität über längere Zeit einwirkt.

Die Lärmschwerhörigkeit ist eine Sonderform der Schallschädigung des menschlichen Hörorgans (DIEROFF⁷). Wann man ein Schallereignis als Lärm bezeichnen kann, hängt einmal von seinen physikalischen Eigenschaften ab, andererseits von psychischen Momenten, z.B. von der Einstellung des Einzelnen zur betreffenden Schallquelle (LEHMANN²⁵).

Bei der Beurteilung des Lärms hinsichtlich seiner traumatisierenden Wirkung müssen bestimmte Eigenschaften berücksichtigt werden, die einen Einfluß auf Entwicklung und Ausmaß einer Hörschädigung haben können:

- a) die Intensität des Geräusches,
- b) die Frequenzzusammensetzung,
- c) die Dauer und der Zeitgang der Immission und
- d) die individuelle Lärmempfindlichkeit (DIEROFF⁷, RÜEDI⁴³, WAGEMANN⁵²).

Die allgemein gebräuchliche Unterscheidung des akuten von einem chronischen akustischen Trauma hat RÜEDI⁴³ durch eine nach ätiologischen Gesichtspunkten ausgerich-

tete Einteilung des akustischen Traumas ergänzt. Er unterscheidet zwischen Lärmtrauma, Knalltrauma und Explosionstrauma.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich ausschließlich mit der Wirkung chronischen Lärms auf das menschliche Hörorgan.

An Hand von statistisch ausgewerteten Untersuchungen der Hörverluste von 2035 Gießereiarbeitern sollen 3 Problemkreise geklärt werden, zu denen bisher unterschiedliche Auffassungen publiziert wurden.

1. die Lärmschwerhörigkeit in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit,
2. die geschlechtsunterschiedliche Lärmempfindlichkeit und
3. der Einfluß der Lärmintensität und des Frequenzspektrums auf die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit.

Vor der Darstellung des Ablaufs der Untersuchung und dessen Ergebnis soll zunächst ein Überblick über bisherige Arbeiten, die sich mit der Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör befaßt haben, gegeben werden.

II STAND DES PROBLEMS

1. Einfluß der Lärmintensität auf den Hörverlust

Die Wirkung des Lärms auf den menschlichen Organismus bei unterschiedlicher Intensität bringt LEHMANN ²⁵

durch eine Einteilung in 4 Lärmstufen zum Ausdruck.

Die Lärmstufe I, die einen Intensitätsbereich von 30 - 65 Phon umfaßt, hat keine hörschädigende, sondern ausschließlich eine psychologische Wirkung. Das Bewußtsein sowie die innere Einstellung der Person zur Lärmquelle bestimmen das Wirkungsausmaß.

Die Lärmstufe II umfaßt den Bereich von 65 - 90 Phon. Neben einer psychischen Wirkung kommt es zur Auslösung vegetativer Reaktionen (Veränderung der Herz- und Drüsen-tätigkeit und der Durchblutung).

In der Lärmstufe III (90 - 120 Phon) ist zusätzlich zu den Wirkungen der unteren Lärmstufen mit einer Innenohr-schädigung zu rechnen.

Zur Lärmstufe IV rechnet der Autor Intensitäten, die 120 Phon übersteigen und neben einer Schädigung des Ohres zu cerebralen Symptomen (Schwindel, Bewegungsstö-rungen) führen.

Die Frage der "Kritischen Intensität" (WAGEMANN ⁵², RÜEDI ⁴³), also derjenigen Schallenergie, "die gerade den Grenzwert zwischen der das menschliche Hörorgan schädigenden und nicht schädigenden Intensität darstellt" (DIEROFF ⁷), wird in der Literatur unterschiedlich beur-teilt.

Auf Grund einer Untersuchung von 1049 Angestellten eines Lärmbetriebes kam PELL ³⁷ zu dem Ergebnis, daß der Normal-hörende bereits bei einer Gesamtintensität des Schall-drucks von 75 dB geschädigt werden kann. Aus einer

Untersuchung von KYLIN ²⁴ an 89 Lärmarbeitern geht hervor, daß Industrielärm bei einem Gesamtschalldruck von 80 - 84 dB nicht generell zu einer Hörverschlechterung führt. Dagegen läßt sich bei einem Lärmpegel von 85 - 89 dB regelmäßig ein Hörverlust in den Frequenzen oberhalb 3000 Hz nachweisen. Die häufigsten Angaben über die Gesamtintensität eines Geräusches ("over all sound intensity"), die bei entsprechend langer Einwirkungszeit einen irreversiblen Hörschaden hervorruft, schwanken zwischen 80 und 90 dB (WAGEMANN ⁵⁰, v.DISHOECK ¹⁰, NEUBERGER ³⁵, DICKSON ⁵, ROSENBLITH ⁴², SIIRALA ⁴⁶, BOTSFORD ¹, v.LÜPKE ³²).

Es muß erwähnt werden, daß es sich hierbei um eine grobe Bewertungsmethode handelt, und daß auch unterhalb dieses Richtwertes die Gefahr einer Hörschädigung nicht auszuschließen ist (GLORIG u. NIXON ¹⁸, PRESSEL u. FREUDENSTEIN ³⁹).

2. Abhängigkeit des Hörverlustes von der Frequenz- zusammensetzung des Lärms.

Bei der Beurteilung des Lärms hinsichtlich seiner traumatisierenden Wirkung auf das Gehörorgan ist außer der Gesamtintensität die spektrale Energieverteilung von Bedeutung. DIEROFF⁷ vertritt die Ansicht, daß die Angabe eines Gesamtwertes für den Schalldruck oder die Intensität nicht ausreicht, da hierbei unberücksichtigt bleibt, daß Lärm ein Tonfrequenzgemisch darstellt und die einzelnen Frequenzen in ihrer schädigenden Wirkung unterschiedlich sind. Nach LEHNHARDT²⁹ müssen Geräusche, deren größter Energieanteil sich aus Tönen mittlerer Frequenz zusammensetzt, als schädlicher für das Gehör angesehen werden als nieder- oder hochfrequente Geräusche. WAGEMANN⁵², RÜEDI⁴³ und v.DISHOECK¹⁰ sind der Ansicht, daß dem Frequenzbereich oberhalb 2000 Hz die größte traumatisierende Wirkung zukommt.

Um die gehörschädigende Wirkung verschiedener Frequenzanteile zu ermitteln, setzte KYLIN²⁴ 220 normalhörende Personen einer Lärmbelastung mit 5 verschiedenen Oktavgeräuschbändern aus mit einem Gesamtschalldruck von 70 - 115 dB. Als Maß der gehörschädigenden Wirkung wurde die Höhe der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung (temporary threshold shift (TTS)) nach Geräuschexposition bestimmt. Um eine signifikante Schwellenverschiebung zu erzielen, war im Oktavband 75 - 150 Hz ein um 20 dB größerer Gesamtschalldruck notwendig als in den Bandbreiten 2400 - 4800 Hz und 4800 - 10 000 Hz. LEHNHARDT²⁸ belastete Personen mit Schmalbandgeräuschen und konnte feststellen, daß die kritische Intensität im Frequenzbereich 350 - 1600 Hz bei 85 dB und oberhalb 1600 Hz bei 75 dB liegt.

Ausgehend von dieser Erkenntnis wurden verschiedene Intensitäts-Grenzkurven erstellt (SLAWIN, ISO NRC 85, A-Frequenz-Bewertungskurve), (WOLFF ⁵⁵, MEHMKE ³³), die frequenzabhängig sind und somit das Geräuschespektrum hinsichtlich seiner "relativen Schädlichkeit" (LEHNHARDT ²⁹) besser berücksichtigen, als es nur durch die Angabe des Gesamtschallpegels möglich ist. Diese Grenzwerte geben darüber Auskunft, welche Intensitäten in den einzelnen Frequenzbereichen nicht überschritten werden dürfen, wenn ein Hörverlust vermieden werden soll.

3. Einfluß der Lärmbelastungsdauer auf den Hörverlust

Die Frage, welchen Einfluß die Lärmexpositions-dauer auf die Schädigung des Gehörs hat, beantworten v.DISHOECK u. SPOOR ¹¹ dahingehend, daß bei einem Lärmpegel, der die kritische Intensität wenig überschreitet, sich zwar in kurzer Zeit eine Gehörschädigung ausbilden kann, diese sich aber mit zunehmender Lärmarbeitsdauer nicht nennenswert verstärkt. Eine zusätzliche Schädigung wird erst bei Aufenthalt in Lärm höherer Intensität oder anderer Frequenzzusammensetzung feststellbar.

GOLDNER ¹⁹ konnte in einer Untersuchung an 600 lärm-exponierten Werftarbeitern keinen Zusammenhang zwischen der Dauer der Lärmeinwirkung und dem Grad der Hörschädigung feststellen. Der Autor fand bei Arbeitern mit 1-5jähriger Lärmexposition einen größeren durchschnittlichen Hörverlust als bei 6-10jähriger Lärmarbeit. Eine Bestätigung finden diese Ergebnisse durch FLODGREN u. KYLIN ¹⁴.

In anderen Untersuchungen wird dagegen übereinstimmend die Lärmexpositionszeit als entscheidender Faktor für das Ausmaß des Hörverlustes angesehen (FEISER et al. ¹², WAWRYKOWICZ u. SZCZOTKA ⁵⁴, PRVANOV ⁴⁰).

Nach DIEROFF ⁷ manifestiert sich die Lärmschwerhörigkeit bei entsprechender Intensität sehr frühzeitig und nimmt dann mit der Dauer der Lärmexposition zu (s.auch Kap. 6). Lärmarbeitsdauer und Intensität des Lärms verhalten sich indirekt proportional zueinander (DIEROFF ⁷), d.h. mit dem Anstieg der Lärmintensität verkürzt sich die für die Ausbildung einer Gehörschädigung notwendige Expositionszeit.

4. Die individuelle Lärmempfindlichkeit

Ausgehend von der in vielen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnis, daß trotz gleicher Lärmarbeitsbedingungen sich unterschiedliche Funktionsverluste des Gehörs ausbildeten, ist man zu der Überzeugung gelangt, daß außer den physikalischen Eigenschaften des Lärms die individuelle Empfindlichkeit einen Einfluß auf die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit hat.

Verschiedene Autoren weisen darauf hin, daß die individuellen Unterschiede hinsichtlich der Beeinflußbarkeit durch Lärm beträchtlich sein können (DIEROFF ⁷, v.LÜPKE ³², FEISER et al. ¹², GLORIG ¹⁶, MILOJEVIC ³⁴, PELL ³⁷).

Nach WAGEMANN ⁵² läßt sich die individuelle Empfindlichkeit am leichtesten bei den Einflüssen von Alter und Geschlecht erfassen. Diese Faktoren sind auch aus sozialmedizinischer Sicht die wichtigsten.

4.1. Der Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Eintritt in die Lärmarbeit

In der Literatur wird die Frage, ob sich unter gleichen Lärmarbeitsbedingungen beim jugendlichen Individuum eine Lärmschwerhörigkeit im gleichen Ausmaß entwickelt wie beim älteren Menschen, unterschiedlich beurteilt.

GHIRLANDA¹⁵ konnte in einer Untersuchung an 424 Weberarbeitern zeigen, daß junge Arbeiter eher zu einer Lärmschwerhörigkeit neigen als ältere. Auch TETU et al.⁴⁹ vertreten die Ansicht, daß bei einem Eintrittsalter von 20 - 25 Jahren in den Lärmberuf am ehesten mit einer Lärmschädigung des Gehörs gerechnet werden muß.

Im Hinblick auf die gegenüber der Norm veränderten Eigenschaften des Gehörs im fortgeschrittenen Lebensalter sind dagegen JATHO & HECK²² in Übereinstimmung mit GOLDNER¹⁹ der Auffassung, daß sich ein akustisches Trauma bei einem älteren Menschen stärker auswirken kann als in jüngerem Lebensalter.

SACHER⁴⁵ kommt auf Grund einer Untersuchung von 458 Kesselschmiedern zu dem Ergebnis, daß bei gleicher Beschäftigungsdauer "ein alter Arbeiter, der in den Dienst in einem Lärmbetrieb tritt, viel schneller und stärker zu ertauben riskiert als ein junger". Die Ursache sieht der Autor darin, daß mit zunehmendem Alter die Widerstandsfähigkeit des Gehörs gegenüber der schädigenden Wirkung des Lärms abnimmt.

TAMURA u. KUSHIDA⁴⁸ fanden trotz gleicher Lärmintensität und Expositionsdauer bei Personen, die mit 30 - 35 Jahren die Lärmarbeit begonnen haben, einen deutlich größeren Hörverlust, als bei solchen, die ab dem 17. - 18. Lebensjahr dem Lärm ausgesetzt waren.

Einige Autoren meinen, daß mit Beginn der Lärmarbeit ab 40. - 45. Lebensjahr der bleibende Hörverlust schneller und in größerem Maße eintritt (WAGEMANN⁵², PELL³⁷),

da Personen in diesem Alter eine stärkere "Vulnerabilität" und schwächere "Regenerationsmöglichkeit" des Gehörs zeigen als jüngere.

4.2. Die geschlechtsunterschiedliche Lärmempfindlichkeit

In enger Beziehung zu dem Problem der individuellen Lärmempfindlichkeit steht die Frage, ob Frauen gegenüber Lärmeinwirkung resistenter sind als Männer, d.h. ob sich eine lärmbedingte Schwerhörigkeit unter - hinsichtlich Art und Dauer - gleichen Lärmarbeitsbedingungen bei Männern und Frauen unterschiedlich ausbildet.

Die vergleichsweise wenigen Untersuchungen zu diesem Problem wurden vorwiegend in der textilverarbeitenden Industrie durchgeführt. Uns ist keine Angabe aus der internationalen Literatur bekannt, die sich auf Untersuchungen in Gießereibetrieben beziehen. Das mag daran liegen, daß die Anzahl der in diesem Industriezweig beschäftigten Frauen verhältnismäßig gering ist und daher die Möglichkeit einer vergleichenden Studie nur selten gegeben ist.

GLORIG et al. ¹⁷ verglichen die Audiogramme von 1954 Männern und Frauen in verschiedenen Altersstufen und kamen in Übereinstimmung mit BUNCH ² und CIOCCO ³ zu dem Ergebnis, daß der mit zunehmender Frequenz ansteigende Hörverlust in allen Altersklassen - mit Ausnahme der Altersstufe 10 - 19 Jahre - bei den Männern stärker ausgeprägt war als bei den Frauen. Das gleiche nimmt WAGEMANN ⁵¹ auf Grund einer Untersuchung von 3100 Normalhörenden an.

Die Ursache dieser Erscheinung sehen einige Autoren (JATHO u. HECK ²², WARD et al. ⁵³, WAGEMANN ⁵¹) in einer geringeren Lärmbelastung der Frauen im täglichen Leben.

WARD et al.⁵³ konnten in einem Belastungstest an 15 Frauen und 15 Männern im Alter von durchschnittlich 20 Jahren keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der temporary threshold shift (TTS) feststellen. Die Autoren schlossen auf Grund dieser Ergebnisse eine geschlechtsunterschiedliche Empfindlichkeit als Ursache der Hörverlustunterschiede zwischen Männern und Frauen aus.

Audiometrische Reihenuntersuchungen an lärmexponierten weiblichen und männlichen Personen führten dagegen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß Frauen eine größere "Lärmfestigkeit" und "Lärmresistenz" (DIEROFF⁶) besitzen (DIEROFF⁶, JANKOWSKI²¹, KYLIN²⁴, FLODGRÉN u. KYLIN¹⁴, FEISER et al.¹²). Diese Arbeiten sind in ihrer Aussagekraft jedoch unterschiedlich zu bewerten, da die verglichenen männlichen und weiblichen Gruppen hinsichtlich Anzahl und Alter, Lärmarbeitsdauer und Lärmintensität in einigen Untersuchungen nicht oder nur unvollständig parallelisiert werden konnten.

PELL u. DICKERSON³⁸ verglichen eine Gruppe von 422 Frauen einer Textilfabrik, die über einen Zeitraum von 9 Jahren einem Dauerlärm von 85 - 90 dB ausgesetzt waren, mit einer altersentsprechenden Kontrollgruppe von 569 nicht lärmexponierter Frauen. Ein Vergleich der Hörkurven beider Gruppen vor und nach der Untersuchungsperiode ließ keinen oder nur einen geringen Hörverlust bei beiden Gruppen erkennen. Dieses Ergebnis betrachten die Autoren als Beweis dafür, daß selbst eine länger dauernde Lärmbelastung mit einer Intensität von 85 - 90 dB keinen nennenswerten schädigenden Einfluß auf das weibliche Gehör hat. PELL u. DICKERSON³⁸ betonen jedoch ausdrücklich, daß möglicherweise geschlechtsbedingte Faktoren für die gezeigte Lärmresistenz verantwortlich sind und deshalb diese Befunde nicht auf Männer übertragen werden können.

Bei einem Vergleich von - anerkanntermaßen berufsbedingt - hörgeschädigten männlichen und weiblichen Personen konnten DIEROFF u. SCHOLTZ ⁹ allgemein geringere Schäden bei den weiblichen Personen feststellen. DIEROFF ⁶ diskutiert, ob die gleichen Faktoren, die eine erhöhte Resistenz des weiblichen Geschlechts gegenüber Lärm bedingen, auch für die geringere Altersschwerhörigkeit der Frauen verantwortlich sind.

5. Subjektive Beschwerden nach chronischem Lärmeinfluß

Die häufigsten Symptome, die von lärmexponierten Arbeitern auf Befragen angegeben werden, sind Ohrensausen (PRVANOV⁴⁰), das oft störender empfunden wird als der Hörverlust (GOLDNER ¹⁹), unangenehmes Druckgefühl in den Ohren und im Kopf (RÜEDI ⁴³), reversibles Vertäubungsgefühl (LEHNHARDT ²⁶), Kopfschmerzen und vermehrtes Schlafbedürfnis (WAGEMANN ⁵⁰) und Schwindel (SACHER ⁴⁵).

Die genannten Symptome werden anfangs als äußerst unangenehm empfunden, sie sind jedoch in vielen Fällen, besonders bei jugendlichen Arbeitern, nur vorübergehend vorhanden (GRECO ²⁰). Ohrensausen bleibt häufig als dauerndes Symptom bestehen (WAGEMANN ⁵⁰, SACHER ⁴⁵).

Von 1 110 lärmexponierten Personen einer Automobilfabrik gaben auf Befragen 27,2 % vorübergehende und 3,5 % bleibende Ohrgeräusche an. 29 % der Untersuchten klagten über subjektive Hörstörungen. Ein normales Gehör wurde dagegen nur bei 18,6 % audiometrisch nachgewiesen (DIEROFF ⁷).

Nach der Erfahrung von RODGER ⁴¹ wollen viele Arbeiter - abgesehen von einer vorübergehenden Verschlechterung des

Gehörs - von einem eigentlichen Hörschaden nichts wissen. Nach RÜEDI ⁴³ ist im Gegensatz zu dem regelmäßig vorhandenen und teilweise ausgesprochenen Hörverlust das subjektive Befinden langjähriger Lärmarbeiter überraschend gut.

6. Verlauf der Lärmschwerhörigkeit

Die erste faßbare Wirkung des auf das menschliche Gehör einwirkenden chronischen Lärms besteht in einer vorübergehenden Schwellenabwanderung (temporary threshold shift - TTS), die sich bereits nach kürzerer Lärmbelastung (DIEROFF ⁷) manifestiert. Sie kann als Vorstufe der bleibenden Hörschädigung angesehen werden (LEHNHARDT ²⁹), läßt aber auf das Ausmaß der zu erwartenden bleibenden Hörschädigung nicht schließen (DIEROFF ⁷, WAGEMANN ⁵², FLETCHER u. LOEB ¹³).

Nach Beendigung der Lärmeinwirkung bildet sich die genannte Hörschwellenverschiebung zurück, vorausgesetzt daß die Lärmpause zur Erholung des Gehörs ausreichend ist. Bei genügend langer Lärmexpositionszeit kommt es infolge der dauernden, schließlich nicht mehr rückbildungsfähigen Hörermüdung zu einer irreversiblen Innenohrschädigung (LEHMANN ²⁷, FEISER et al. ¹²).

Im Audiogramm zeigt sich die beginnende Lärmschwerhörigkeit vorwiegend in einem, für chronische Lärmeinwirkung charakteristischen, auf beiden Ohren symmetrischen (LEHNHARDT ²⁹) Absinken der Hörschwelle im Frequenzbereich um 4000 Hz, während die Hörschwelle in den übrigen Frequenzen noch normal bleibt. Es kommt zur Ausbildung der sogenannten c⁵-Senke (RÜEDI u. FURRER ⁴⁴). Die Senke um

4000 Hz ist zunächst klein und schmal (DIEROFF⁷), verbreitert sich dann aber durch Einbeziehung der angrenzenden Frequenzbereiche auf 1 1/2 bis 3 Oktaven (NEUBERGER³⁶). Nach längerer Lärmeinwirkung bildet sich schließlich eine zu den hohen Frequenzen hin abfallende Kurve aus (DIEROFF⁷, LEHNHARDT²⁹), so daß die c⁵-Senke nur noch angedeutet oder überhaupt nicht mehr feststellbar ist (RÜEDI⁴³).

DIEROFF⁸ weist darauf hin, daß neben der typischen c⁵-Senke alle Abweichungen der Senkenlokalisation möglich sind.

Bei hoher Lärmintensität - vorwiegend in der metallverarbeitenden Industrie - fand LEHNHARDT²⁹ lärmbedingte Hörsenken häufiger bei 6000 Hz als bei 4000 Hz.

KEATINGE u. LANER²³ ermittelten durch fortlaufende audiometrische Untersuchungen an Arbeitern, die während 1 - 7 Jahren Industrielärm ausgesetzt waren, daß die Expositionsperiode bis zum 3. Jahr den größten Hörverlust zur Folge hat. Nach diesem Zeitraum verlangsamte sich die Hörverschlechterung oder stagnierte völlig.

Auf Grund der Auswertung der Audiogramme von 732 Personen unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsjahre im Lärm glaubt DIEROFF⁷ eine gewisse Gesetzmäßigkeit im Ablauf der Lärmschwerhörigkeit zu erkennen. Er teilt diese in 4 Phasen ein.

I. Phase der Gewöhnung (im 1. Jahr): Anpassung des Gehörs an den Lärm. Größere Hörverluste lassen sich in diesem Zeitraum durch größere Hörermüdung erklären.

II. Phase der Kompensation (2. - 3. Jahr):
Keine nennenswerte Verschlimmerung des Hörverlustes.

III. Phase des Zusammenbruchs (ab 4. Jahr):
Starke Progredienz der Lärmschwerhörigkeit.

IV. Phase der Sättigung (ab 12. Jahr):
Nach Erreichen eines bestimmten Maximums nur noch langsames Fortschreiten des Hörverlustes.

Eine Phaseneinteilung von WAGEMANN ⁵¹ stimmt im allgemeinen mit der von DIEROFF ⁷ überein; WAGEMANN weist jedoch darauf hin, daß der Verlauf der Lärmschwerhörigkeit infolge unterschiedlicher innerer und äußerer Faktoren variiert. Er vertritt ferner die Ansicht, daß die Lärmschwerhörigkeit grundsätzlich so lange progredient ist, als die Lärmeinwirkung fortbesteht; allerdings ist eine deutliche Verlangsamung der Zuwachsrates erkennbar, je länger der Geschädigte dem Lärm ausgesetzt bleibt. Nach etwa 20jähriger Lärmarbeitsdauer soll ihr Fortschreiten dem durchschnittlichen physiologischen Altershörverlust entsprechen.

III. FRAGESTELLUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Untersuchung von 3 Fragenkomplexen.

1. Hat das Alter bei Eintritt in die Lärmarbeit einen Einfluß auf die Ausbildung und das Ausmaß einer Lärmschwerhörigkeit ? Es soll geklärt werden, ob sich nach gleicher Lärmarbeitszeit Unterschiede im Hörverlust ergeben, wenn die Lärmbelastung in früherem oder späterem Alter einsetzt. Bisherige Arbeiten zu diesem Problem zeigen unterschiedliche und teilweise sich widersprechende Ergebnisse (s.S.8).
2. Der zweite Fragenkomplex bezieht sich auf die geschlechtsspezifische Lärmempfindlichkeit, die von verschiedenen Autoren vermutet wird (s.S. 9 ff). In der vorliegenden Untersuchung soll geklärt werden, ob tatsächlich Hörverlustunterschiede zwischen Männern und Frauen erkennbar sind, die unter völlig gleichen Bedingungen im Lärm gearbeitet haben, d.h. ob sich chronische Lärmimmission auf das Gehör von Frauen und Männern unterschiedlich auswirkt.
3. Eine weitere Frage bezieht sich auf den lärmbedingten Hörverlust in Abhängigkeit von der Intensität und dem Frequenzspektrum des schädigenden Schalls. Von verschiedenen Autoren wird darauf hingewiesen, daß bei der Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit neben der Gesamtintensität die Frequenzzusammensetzung des einwirkenden Lärms von Bedeutung ist (DIEROFF⁷, LEHNHARDT²⁹, WAGEMANN⁵², LEHMANN²⁵).

In unserer Untersuchung versuchen wir zu klären, ob und in welcher Weise die Intensität und die spektrale Zusammensetzung des Lärms das Ausmaß einer Lärmschwerhörigkeit beeinflussen, und ob einzelne Lärmfrequenzen eine unterschiedliche traumatisierende Wirkung auf das Gehörorgan zeigen.

IV. DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNG

1. Stichprobe

Der vorliegenden Arbeit liegt eine audiometrische Untersuchung von 2035 Arbeitern aus 6 Eisengießereibetrieben zugrunde. Die Untersuchungen wurden von Juli bis Oktober 1969 durchgeführt. Die untersuchte Population setzte sich zusammen aus 1952 männlichen und 83 weiblichen Beschäftigten. 1305 der Untersuchten waren deutscher und 730 ausländischer Nationalität (Gastarbeiter aus Italien, Griechenland, Jugoslawien und der Türkei). Das Alter betrug 15 - 65 Jahre.

Abb. 1 zeigt die Aufteilung der untersuchten Population nach dem Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung.

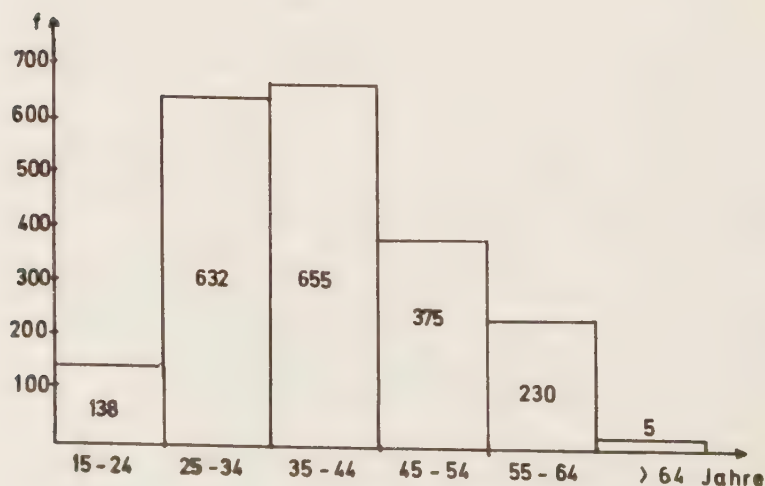


Abb. 1: Aufteilung der untersuchten Population (N=2035) nach dem Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung.

2. Ablauf der Untersuchung

Die Untersuchungen wurden auf dem Gelände der einzelnen Gießereien vorgenommen und erfolgten jeweils vor Beginn der Arbeitsschicht. Um regressive Ermüdungserscheinungen des Gehörs auszuschließen, wurde streng darauf geachtet, daß die letzte mit einer Lärmexposition verbundene Arbeitsschicht mindestens 12 Stunden zurücklag und sich die Arbeiter vor der Untersuchung noch nicht im Lärm aufgehalten hatten.

Der Ablauf der Untersuchung gliederte sich in 4 Abschnitte:

2.1. Befragung

Die Befragung erfolgte an Hand des von uns verwendeten Untersuchungsbogens (s. Anhang) und bezog sich auf:

- a) Personalien und Beschäftigungen seit Schulentlassung,
- b) Tätigkeit im Betrieb und
- c) Medizinische Anamnese (Familien- und Eigenanamnese)

Bei der Befragung, die bei den ausländischen Arbeitnehmern über einen Dolmetscher erfolgte, konnten wir die Feststellung machen, daß uns die deutschen Arbeiter bereitwillig genaue Angaben machten. Die ausländischen Beschäftigten dagegen zeigten sich der Untersuchung gegenüber oft mißtrauisch, antworteten zögernd und dann auch nur oberflächlich.

2.2. Gehörgangs- und Trommelfellbefund

An jedem der untersuchten Arbeiter wurde sodann eine Otoskopie beider Gehörgänge und Trommelfelle durchgeführt. Die Befunde wurden für jedes Ohr getrennt im Untersuchungsbogen (s. Anhang) festgehalten.

2.3. Audiometrische Untersuchung

Der Erhebung der Anamnese und der Ohrspiegelung schloß sich unmittelbar die audiometrische Untersuchung an. In Ermangelung eines gegen Störschall abgedämmten Untersuchungsraumes mußte für die audiometrischen Messungen ein zum Betrieb gehörender Raum mit möglichst geringem Geräuschpegel verwendet werden. Der durchschnittliche Geräuschpegel betrug 43 dB_A.

Die Ergebnisse audiometrischer Untersuchungen werden seitens des Probanden von Intelligenz, Interesse und Mitarbeit, die als unterschiedlich zu bewerten sind, beeinflußt. Etwaige Fehler durch die genannten Faktoren sind jeder audiometrischen Untersuchung eigen und auch in unsere Untersuchung eingegangen. Sofern Fehlmessungen eindeutig auf einen dieser Faktoren zurückzuführen waren, wurden sie von der Auswertung der Ergebnisse ausgeschlossen.

Zur Aufnahme der Hörschwellenkurven verwendeten wir ein Audiometer ATLAS Typ EM 42. Mit diesem Gerät lassen sich Sinustöne in den Frequenzen 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 2896, 4096, 5792, 8192 und 11 584 Hz in 5-dB-Intensitätsstufen zwischen 0 und 110 dB applizieren.

Bei unserer Untersuchung ließen wir die drei untersten Frequenzen aus und beschränkten uns auf die Bestimmung der Hörschwelle für 512, 1024, 2048, 2896, 4096, 5792 und 8192 Hz. Jeder Proband wurde eingehend in den Untersuchungsvorgang eingewiesen. Vor der Aufnahme des Audiogramms wurde probeweise ein Ton mittlerer Frequenz zugeleitet und der Proband eingeübt, durch Fingerzeig anzudeuten, wenn er den Ton gerade eben hörte bzw. nicht mehr hörte.

Die Messung der Hörschwelle erfolgte - für jedes Ohr getrennt - zunächst mit dem 1000-Hz-Ton und dann, jeweils nach einer kurzen Pause in der Reihenfolge: 0,5, 2, 3,

4, 6 und 8 kHz. Dabei gingen wir so vor, daß wir die Lautstärke gleichmäßig erhöhten, bis der Proband durch Fingerzeig andeutete, daß er den Ton gerade eben wahrnahm. Darauf wurde die Lautstärke verringert, bis der Proband anzeigte, daß er den Ton nicht mehr hörte. Durch nochmalige Wiederholung des gleichen Vorgangs erfolgte dann die genaue Eingabelung des Hörschwellenwertes.

Die gefundenen Hörschwellen wurden - für das rechte Ohr mit einem kleinen Kreis, für das linke mit einem Kreuz - in ein Audiogrammformular (s. Anhang) eingetragen, in dem die normale Schwellenwertkurve als Null-dB-Linie eingetragen war. Die Differenz zwischen der Normal-Null-Linie und der gemessenen Hörschwelle bezeichnet den Hörverlust des Probanden in dB.

2.4. Lärmmessung am Arbeitsplatz

Die Lärmmessung im Betrieb wurde unter Verwendung eines Präzisions-Schallpegelmessers BRÜEL & KJÆR Typ 2203 mit Oktavfilter Typ 1613 durchgeführt.

Die Messung erfolgte während der Schicht am Arbeitsplatz jedes von uns vor Arbeitsbeginn untersuchten Probanden. Der Zeitpunkt der Lärmmessung wurde so gewählt, daß der Lärm der normal laufenden Produktion erfaßt wurde.

Am Bedienungsplatz der einzelnen Maschinen führten wir die Messungen in Ohrhöhe des entsprechenden Arbeiters aus. Einzelne Lärmmessungen konnten aus betriebstechnischen oder Sicherheitsgründen nicht direkt am Bedienungsplatz durchgeführt werden. In diesen Fällen wählten wir einen Standort der Messung aus, der - vom subjektiven Höreindruck her - den Bedingungen am Platz des Arbeiters weitgehend entsprach.

Bei der Lärmmessung am Arbeitsplatz erfolgte zunächst eine subjektive Beurteilung des Lärms durch den Unter-

sucher hinsichtlich des Lärmcharakters (kontinuierlicher Dauerlärm, schwankender Dauerlärm, impulshaltiger Lärm). Daran schloß sich die Bestimmung der hauptsächlichsten Lärmquellen an.

Die Lärmanalyse umfaßte die Messung des Gesamtschalldrucks in der dB A- und dB B-Bewertung sowie unbewertet (dB linear).

Nach Einschalten des Oktavfilters wurde der Schalldruck in Frequenzbändern von Oktavbreite gemessen. Wir berücksichtigten jeweils den minimalen und maximalen Zeigerausschlag des Meßinstrumentes sowie den geschätzten Mittelwert.

Die Ergebnisse der Lärmmessung am Arbeitsplatz wurden in einer Tabelle des Untersuchungsbogens (s. Anhang) festgehalten.

V. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

1. Ergebnisse der Befragung

a) Ohrgeräusche

Von 2035 untersuchten Gießereiarbeitern gaben 109 (= 5,4 %) auf Befragen an, ständig oder vorübergehend unter Ohrgeräuschen zu leiden, die in den meisten Fällen kurz nach Beendigung der Lärmarbeit am unangenehmsten empfunden wurden und nach einigen Stunden lärmfreier Zeit nachließen. Das Ohrensausen wurde am häufigsten auf beiden Ohren empfunden. Vereinzelt wurden Beschwerden wie Klingeln oder Klopfen und Druckgefühl im Ohr geschildert.

b) subjektive Hörminderung

428 Personen (= 21,1 %) empfanden zum Zeitpunkt der Untersuchung ihr Gehör als nicht mehr normal. Diese verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Altersgruppen:

15 - 19 Jahre	4 von 30	(= 13,3 %)
20 - 29 Jahre	30 von 377	(= 7,9 %)
30 - 39 Jahre	84 von 682	(= 12,3 %)
40 - 49 Jahre	158 von 587	(= 26,9 %)
50 - 59 Jahre	109 von 272	(= 40,0 %)
60 - 65 Jahre	43 von 87	(= 49,4 %)

c) Lärmarbeitsjahre bei Beginn der subjektiven
Hörminderung

Von 428 Personen, die ihr Gehör nicht mehr als normal empfinden, konnten 301 auf Befragen eine Angabe machen, nach wieviel Jahren Lärmarbeit sich das Nachlassen des Gehörs bemerkbar gemacht hat.

Das Nachlassen des Gehörs hat sich bemerkbar gemacht:

Nach	≤ 1 Jahr	bei	3 (= 0,9 %)
nach	2 - 4 Jahren	bei	22 (= 7,2 %)
nach	5 - 7 Jahren	bei	29 (= 9,6 %)
nach	8 - 10 Jahren	bei	41 (= 13,5 %)
nach	11 - 13 Jahren	bei	40 (= 13,2 %)
nach	14 - 16 Jahren	bei	48 (= 15,9 %)
nach	17 - 19 Jahren	bei	38 (= 12,5 %)
nach	20 - 22 Jahren	bei	31 (= 10,3 %)
nach	23 - 25 Jahren	bei	18 (= 5,9 %)
nach	26 - 28 Jahren	bei	11 (= 3,6 %)
nach	29 - 31 Jahren	bei	5 (= 1,9 %)
nach	32 - 34 Jahren	bei	4 (= 1,3 %)
nach	35 - 37 Jahren	bei	4 (= 1,3 %)
nach	38 - 40 Jahren	bei	6 (= 2,0 %)
nach	mehr als 40 Jahren	bei	2 (= 0,7 %)

d) Geschlechtsunterschiede der subjektiven Hörminderung

Ein Vergleich der subjektiven Angaben von 77 Frauen und 77 Männern, die hinsichtlich Art und Dauer gleichen Lärm-arbeitsbedingungen ausgesetzt waren, zeigt folgende Ergebnisse:

Während alle männlichen und weiblichen Untersuchten ihr Gehör vor Aufnahme der Lärmarbeit als gut empfanden, gaben 6 Frauen (= 7,2 %) und 12 Männer (= 15,6 %) an, zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht mehr normal zu hören.

Das Nachlassen des Gehörs hat sich bei den weiblichen Untersuchten nach durchschnittlich 13 Arbeitsjahren im Lärm bemerkbar gemacht, während die Männer nach durchschnittlich 10 Arbeitsjahren eine Verschlechterung des Gehörs feststellten.

2. Ergebnisse der 1. Fragestellung

2.1. Statistische Datenerhebung

Zur Beantwortung der Frage, ob das Lebensalter bei Beginn der Lärmarbeit - unter Voraussetzung einer konstanten Lärmarbeitsdauer - einen Einfluß auf die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit hat, wurde die untersuchte Population in 6 Altersgruppen unterteilt (s. Abb. 2).

1. Altersgruppe:	< 15 Jahre	n = 200
2. Altersgruppe:	15 - 24 "	n = 850
3. Altersgruppe:	25 - 34 "	n = 667
4. Altersgruppe:	35 - 44 "	n = 269
5. Altersgruppe:	45 - 54 "	n = 42
6. Altersgruppe:	55 - 64 "	n = 2

Die Abb. 2 zeigt, daß die Altersgruppe 55 - 64 Jahre (n = 2) unterrepräsentiert ist. Sie kann daher bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt werden.

Um festzustellen, ob sich altersabhängige Hörverlustunterschiede nach unterschiedlich langer Lärmarbeitsdauer darstellen, wurde die untersuchte Personengruppe in folgende Untergruppen eingeteilt:

Lärmarbeitszeit	< 1 Jahr	n = 336
"	1 - 3 Jahre	n = 244
"	4 - 8 "	n = 304
"	9 -14 "	n = 299
"	15 -20 "	n = 314
"	21 -30 "	n = 387

Zur Beurteilung des Hörverlustunterschiedes zwischen den einzelnen Altersgruppen bei jeweils konstanter Lärmarbeitsdauer wurden die mittleren Hörschwellenkurven miteinander verglichen und für jede Frequenz eine Signifikanzprüfung durchgeführt. Diese Prüfung erfolgte nicht getrennt für rechtes und linkes Ohr, sondern bezieht sich auf den mittleren Hörverlust beider Ohren.

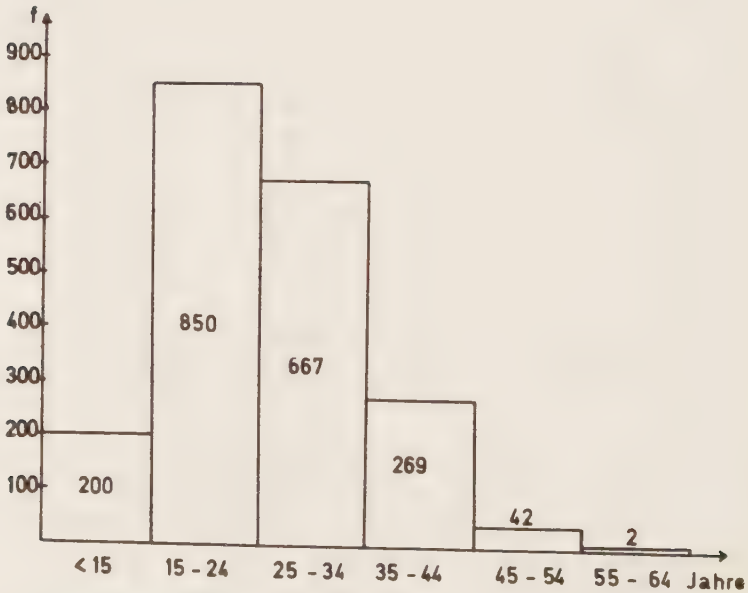


Abb. 2: Aufteilung der untersuchten Population (N = 2030) nach dem Lebensalter bei Beginn der Lärmarbeit.

2.2. Beschreibung der Ergebnisse

Die Abbildungen 3a und b zeigen den Verlauf der mittleren Hörschwellenkurven von fünf Altersgruppen bei konstanter Lärmarbeitsdauer von weniger als einem Jahr.

Mit Ausnahme der Altersgruppe < 15 Jahre lassen die Hörverlustkurven einen für das rechte und linke Ohr weitgehend symmetrischen Verlauf erkennen.

In den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz beträgt der Hörverlust 15 - 20 dB. Er vergrößert sich mit zunehmender Frequenz und zeigt bei 6 kHz in den Altersgruppen

15 - 24 Jahre	mit	re	24 dB,	li	27 dB
25 - 34	"	"	re 30 dB,	li	31 dB
35 - 44	"	"	re 30 dB,	li	32 dB
45 - 54	"	"	re 43 dB,	li	42 dB

ein Maximum. In der Frequenz 8 kHz ist der Hörverlust um durchschnittlich 5 dB geringer. Die Hörschwellenkurve der Altersgruppe < 15 Jahre fällt dagegen von der Frequenz 2 kHz kontinuierlich zu den hohen Frequenzen ab, bildet also keine Senke.

Die in den Abbildungen 3a und b erkennbaren Hörverlustunterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen sind jedoch nicht alle bedeutsam. Die Signifikanzprüfung (s. Anhang Tab. 1) zeigt, daß die Hörverlustkurve der Altersgruppe < 15 Jahre in ihrem gesamten Verlauf von den übrigen Altersgruppen nicht signifikant abweicht. Die Altersgruppe 15 - 24 Jahre dagegen weist einen signifikant geringeren Hörverlust auf als die Altersgruppen 25 - 34, 35 - 44 und 45 - 54 Jahre.

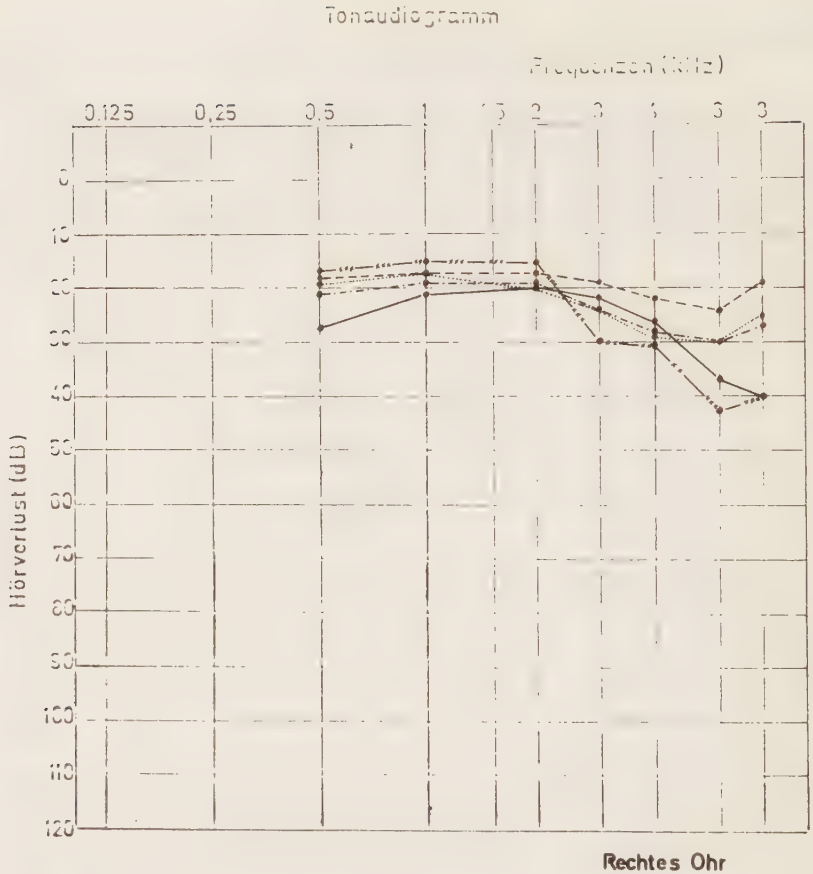


Abb. 3a:

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: < 1 Jahr

Anzahl der Untersuchten: n = 336

	< 15	Jahre bei Lärmarbeitsbeginn	n
_____	15 - 24	" "	4
- - - - -	25 - 34	" "	62
- . - . - . -	35 - 44	" "	192
.....	45 - 54	" "	72
__xxx__xx		" "	6

tonaudiogramm

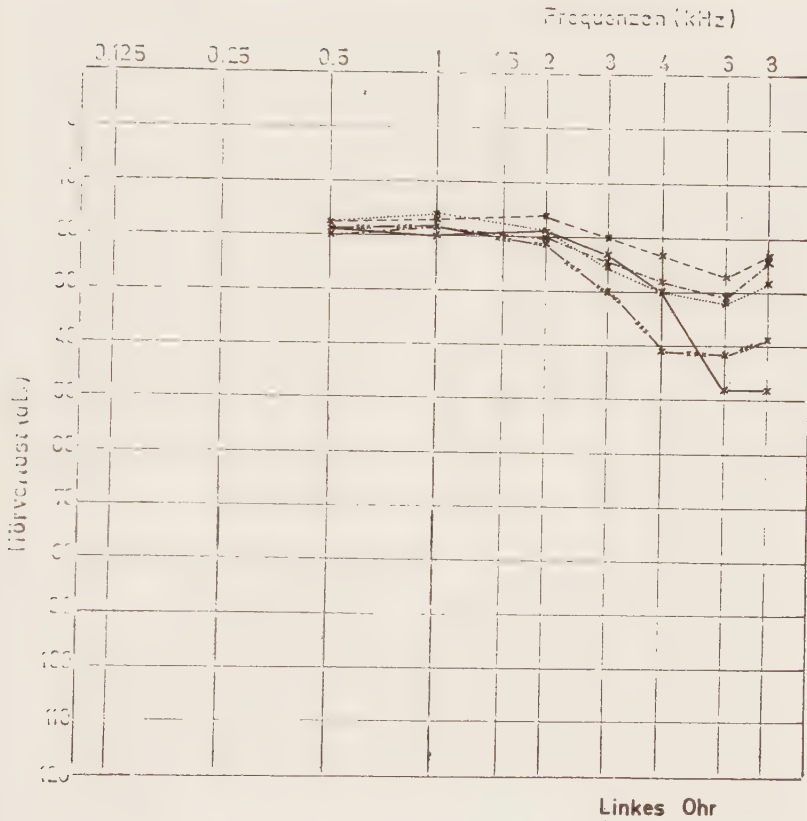


Abb. 3b :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter
bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: < 1 Jahr

Anzahl der Untersuchten: n = 336

						n
—————	< 15	Jahre	bei	Lärmarbeitsbeginn		4
-----	15	- 24	"	"	"	62
-.-.-.-.-	25	- 34	"	"	"	192
.....	35	- 44	"	"	"	72
__xxx__xx	45	- 54	"	"	"	6

Die Abbildungen 4a und 4b zeigen den mittleren Hörverlust von fünf Altersgruppen in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer von 1 - 3 Jahren. Die Altersgruppe 55 - 64 Jahre ist mit $n = 1$ deutlich unterrepräsentiert und daher statistisch nicht auswertbar. Sie ist bei der graphischen Darstellung, der Beschreibung und Interpretation unberücksichtigt geblieben. Die Hörschwellenkurven aller Altersgruppen verlaufen in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz zwischen 15 und 20 dB. Der Hörverlust vergrößert sich mit zunehmender Frequenz und erreicht bei 6 kHz in der Altersgruppe

< 15 Jahre mit re 19 dB, li 18 dB und in der Altersgruppe 15 - 24 Jahre mit re 24 dB, li 26 dB und der Altersgruppe 45 - 54 Jahre mit re 57 dB, li 43 dB ein Maximum. Die Altersgruppen 25 - 34 Jahre und 35 - 44 Jahre haben eine verbreiterte Hörsenke, die die Frequenzen 4 und 6 kHz einbezieht.

Die Hörschwellenkurve der Altersgruppe 45 - 54 Jahre läßt eine Seitendifferenz zwischen rechtem und linkem Ohr erkennen. Rechts kommt es zu einer Senkenbildung bei 6 kHz, während sich links ein kontinuierlicher Hochttonabfall darstellt. Der Kurvenverlauf der übrigen Altersgruppen zeigt keine auffallenden Seitenunterschiede.

Aus der Signifikanzprüfung geht hervor, daß bei einer konstanten Lärmarbeitsdauer von 1 - 3 Jahren die jeweils jüngere Altersgruppe einen signifikant geringeren Hörverlust als die Gruppe höheren Alters aufweist. Die Zusammenstellung der signifikanten Unterschiede zeigt die Tabelle 2 (s. Anhang).

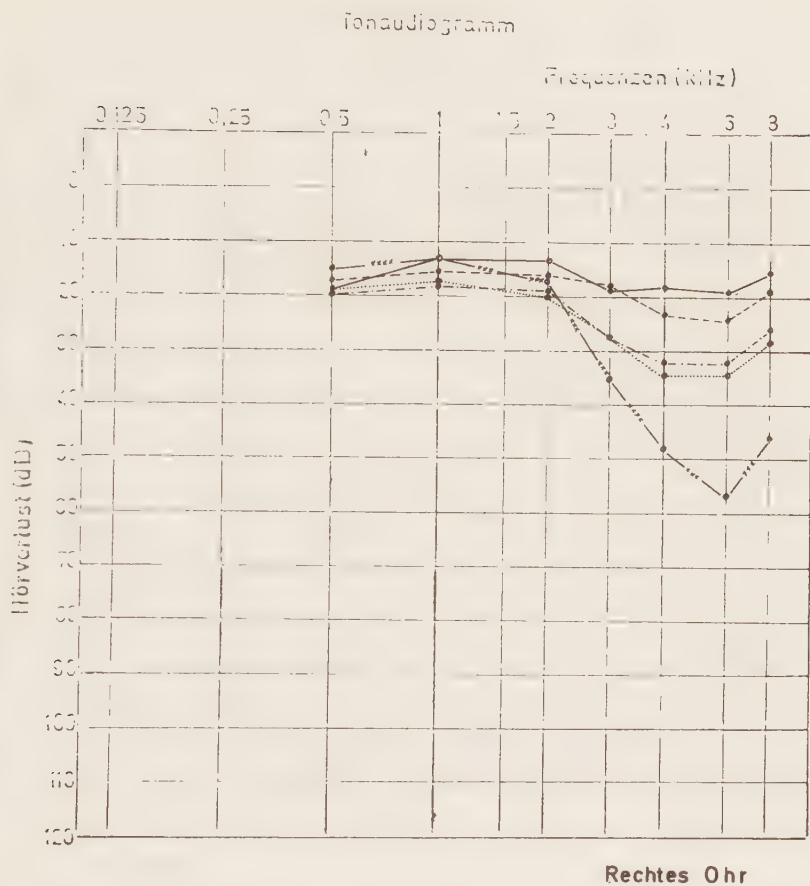


Abb. 4a :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 1 - 3 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 244

	< 15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn				n
—————					5
-----	15 - 24	"	"	"	78
-.-.-.-.-	25 - 34	"	"	"	112
.....	35 - 44	"	"	"	41
___xxx___	45 - 54	"	"	"	8

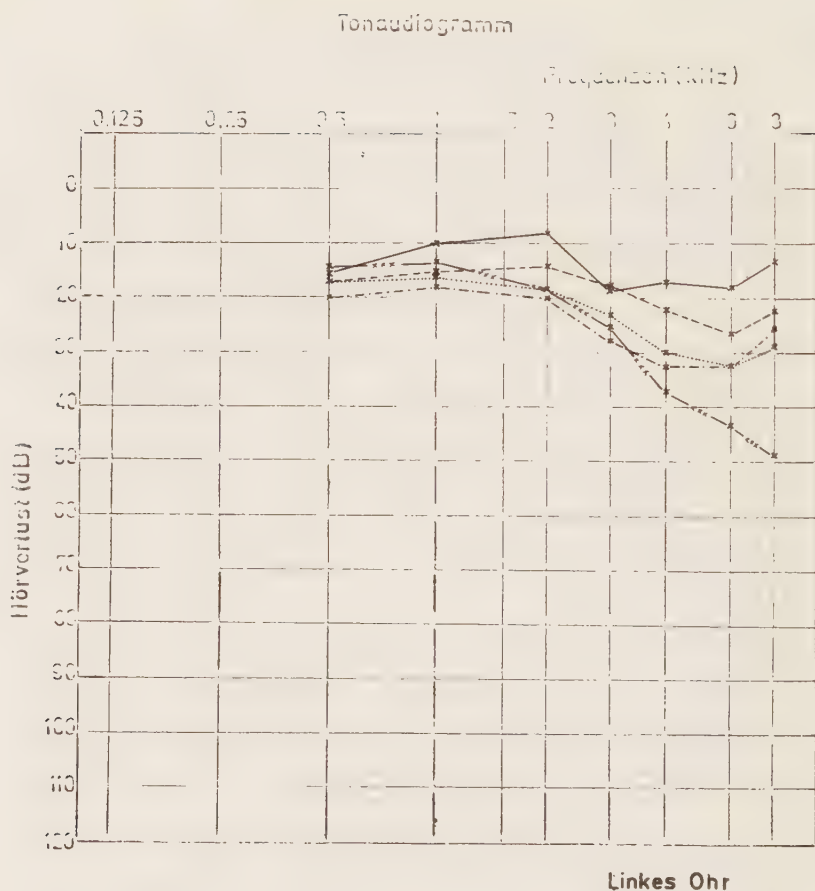


Abb. 4b :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 1 - 3 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 244

	< 15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn				n
—————					5
-----	15 - 24	"	"	"	78
-.-.-.-.-	25 - 34	"	"	"	112
.....	35 - 44	"	"	"	41
__xxx__xxx	45 - 54	"	"	"	8

Die Abbildungen 5a und 5b zeigen für sechs Altersgruppen den mittleren Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei konstanter Lärmarbeitsdauer von 4 - 8 Jahren.

Die Altersgruppe 55 - 64 ist wiederum mit $n = 1$ unterrepräsentiert und muß daher bei der weiteren Auswertung unberücksichtigt bleiben. Die getrennt für rechtes und linkes Ohr dargestellten Hörschwellenkurven zeigen in keiner der Altersgruppen deutliche Seitenunterschiede.

Der Hörverlust beträgt in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz durchschnittlich 15 - 30 dB. Der Kurvenverlauf ist bis zur Frequenz 2 kHz horizontal und zeigt dann einen Steilabfall mit einem Maximum des Hörverlustes bei 4 und 6 kHz. Zur Frequenz 8 kHz steigen die Hörschwellenkurven aller Altersgruppen um 5 - 10 dB an.

Die Kurven der einzelnen Altersgruppen verlaufen weitgehend parallel, wobei von der Frequenz 2 kHz ab der Hörverlust der höheren Altersgruppen zunimmt. Durch die Signifikanzprüfung konnte dieser steigende Hörverlust mit zunehmendem Alter bei Lärmeintritt gesichert werden. Über die einzelnen Ergebnisse der Signifikanzberechnung gibt die Tabelle 3 (s. Anhang) Aufschluß.

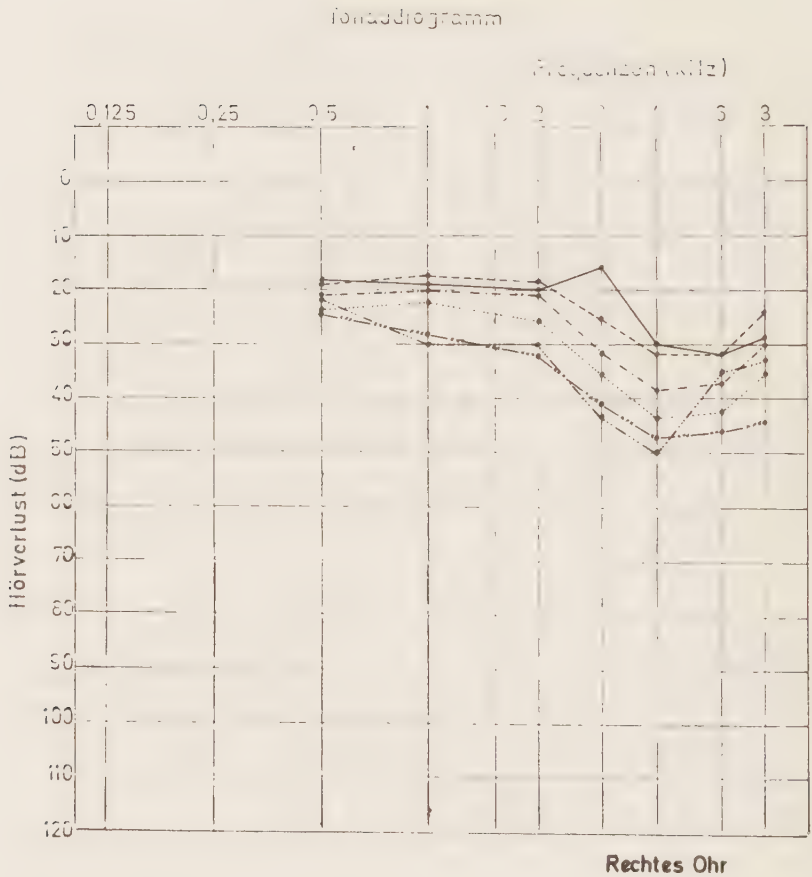


Abb. 5a:

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 4 - 8 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 304

	<15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn	n
-----	15-24 " " "	16
-. - . - . - . -	25-34 " " "	92
.....	35-44 " " "	118
.....	45-54 " " "	63
xxx xxx	55-64 " " "	14
---...---		1

Ionosdiagramm

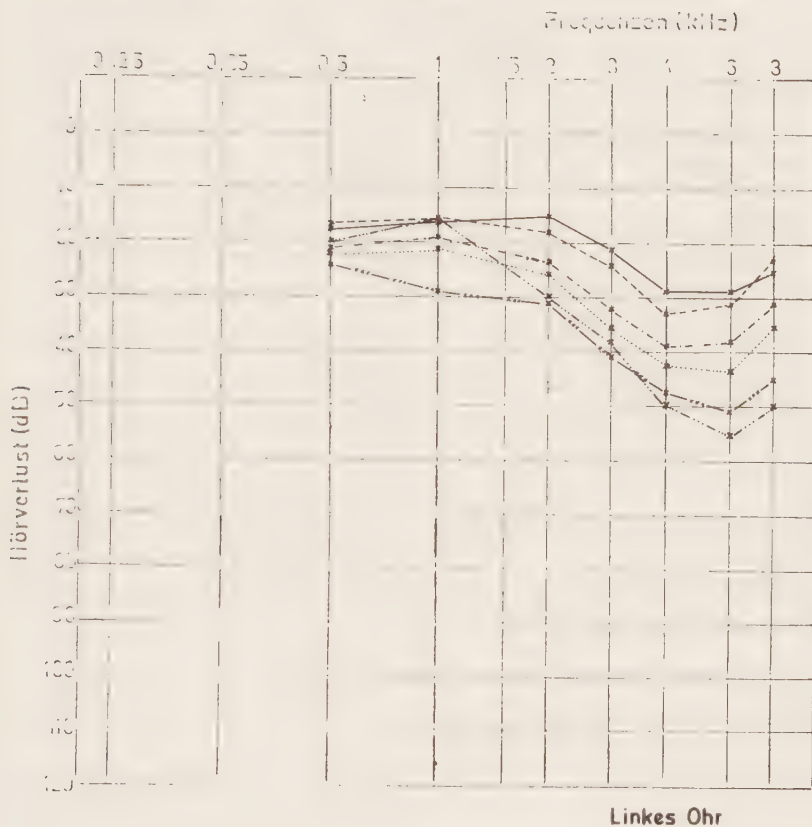


Abb. 5b :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 4 - 8 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 304

	< 15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn				n
-----	15 - 24	"	"	"	16
- - - - -	25 - 34	"	"	"	92
..-.-.-.-	35 - 44	"	"	"	118
.....	45 - 54	"	"	"	63
___xxx___xxx_	55 - 64	"	"	"	14
___...___...					1

Die mittleren Hörschwellenkurven von vier Gruppen, die mit unterschiedlichem Alter in den Lärm eingetreten sind und 9 - 14 Jahre im Lärm gearbeitet haben, sind in den Abbildungen 6a und 6b dargestellt.

Der Kurvenverlauf aller Altersgruppen ist für rechtes und linkes Ohr weitgehend symmetrisch.

Nach 9 - 14jähriger Lärmarbeit zeigt sich bei allen Gruppen eine deutlich ausgeprägte Hörsenke bei 4 kHz. Bei dieser Frequenz beträgt der Hörverlust der Altersgruppen 15 - 24 Jahre re 38 dB, li 37 dB, 25 - 34 Jahre re 47 dB, li 46 dB und 45 - 54 Jahre re 48 dB und li 55 dB. Der Hörverlust ist mit re 53 dB und li 57 dB in der Frequenz 4 kHz in der Altersgruppe 35 - 44 Jahre am ausgeprägtesten.

Die Signifikanzprüfung (s. Anhang Tab. 4) zeigt, daß die Gruppen mit höherem Alter bei Eintritt in die Lärmarbeit einen signifikant größeren Hörverlust aufweisen als die Gruppen jüngeren Alters.

Tonaudiogramm

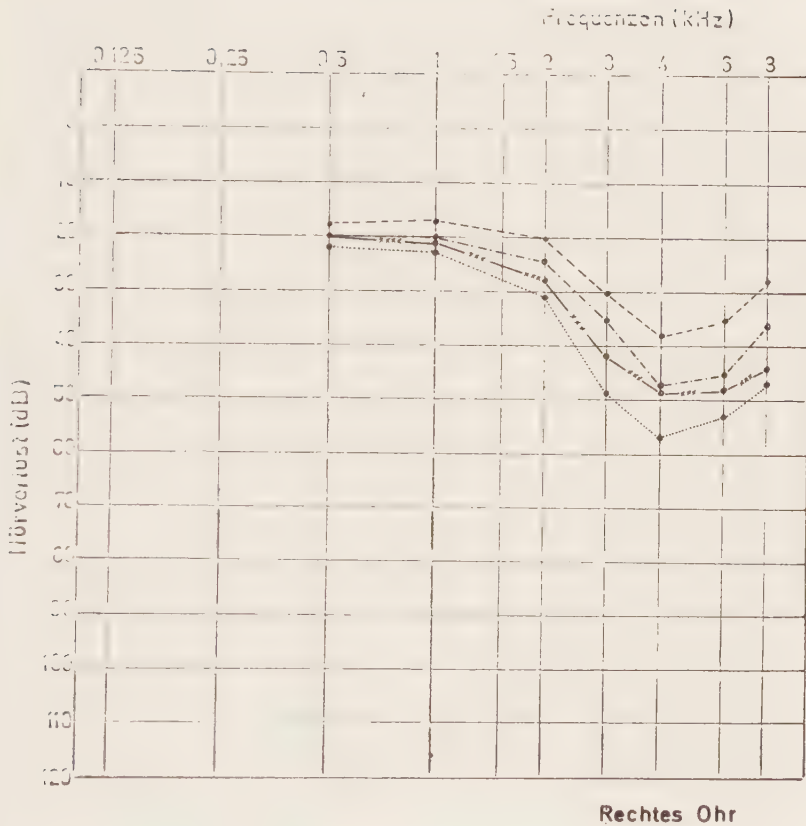


Abb. 6a :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 9 - 14 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 299

				n
---	15 - 24	Jahre bei Lärmarbeitsbeginn	159	
-.-.-	25 - 34	" " "	89	
.....	35 - 44	" " "	39	
xxx	45 - 54	" " "	12	

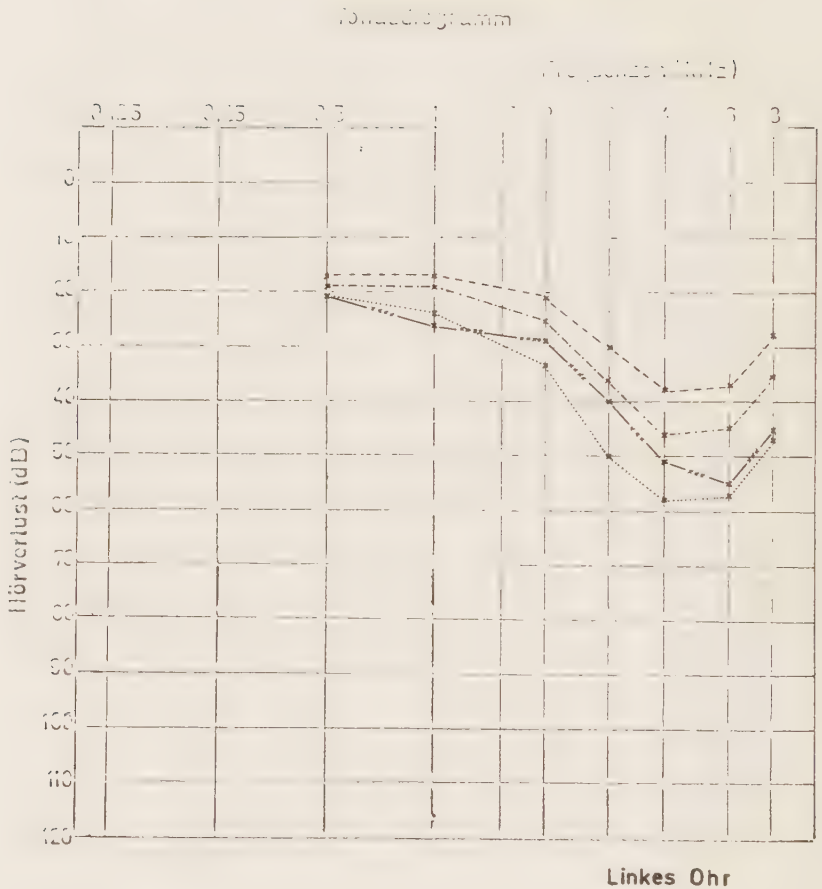


Abb. 6b :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 9 - 14 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 299

---	15 - 24 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn	n
-.-.-.-	25 - 34 " "	159
.....	35 - 44 " "	89
__xxx__xx	45 - 54 " "	39
		12

Die Abbildungen 7a und 7b zeigen die mittleren Hörschwellenkurven von 4 unterschiedlichen Altersgruppen nach einer Lärmexpositionszeit von 15 - 20 Jahren.

Die Altersgruppe 45 - 54 Jahre ist mit $n = 2$ deutlich unterrepräsentiert und daher statistisch nicht weiter auswertbar. Die Hörschwellenkurve dieser Gruppe ist bei der graphischen Darstellung, der Beschreibung und Interpretation unberücksichtigt geblieben.

Der Verlauf der Hörschwellenkurven aller Altersgruppen ist für beide Ohren weitgehend symmetrisch. Der Hörverlust beträgt in den Frequenzen 0.5 und 1 kHz 15 - 25 dB, vergrößert sich mit zunehmender Frequenz und erreicht bei 4 kHz, in der Altersgruppe 35 - 44 Jahre bei 6 kHz ein Maximum.

In der Frequenz 4 kHz zeigen die Hörschwellenkurven der einzelnen Altersgruppen folgende Werte:

Altersgruppe	< 15 Jahre	re 43 dB, li 38 dB
"	15 - 24	" re 45 dB, li 46 dB
"	25 - 34	" re 54 dB, li 55 dB
"	35 - 44	" re 56 dB, li 62 dB.

Der Hörverlust verringert sich in der Frequenz 8 kHz um 5 - 10 dB.

Die Signifikanzprüfung (s. Anhang Tab. 5) zeigt, daß auch nach einer Lärmexpositionszeit von 15 - 20 Jahren bedeutungsvolle Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen bestehen. Die höheren Altersgruppen zeigen einen signifikant bis höchst signifikant größeren Hörverlust als die jeweils jüngeren Altersgruppen.

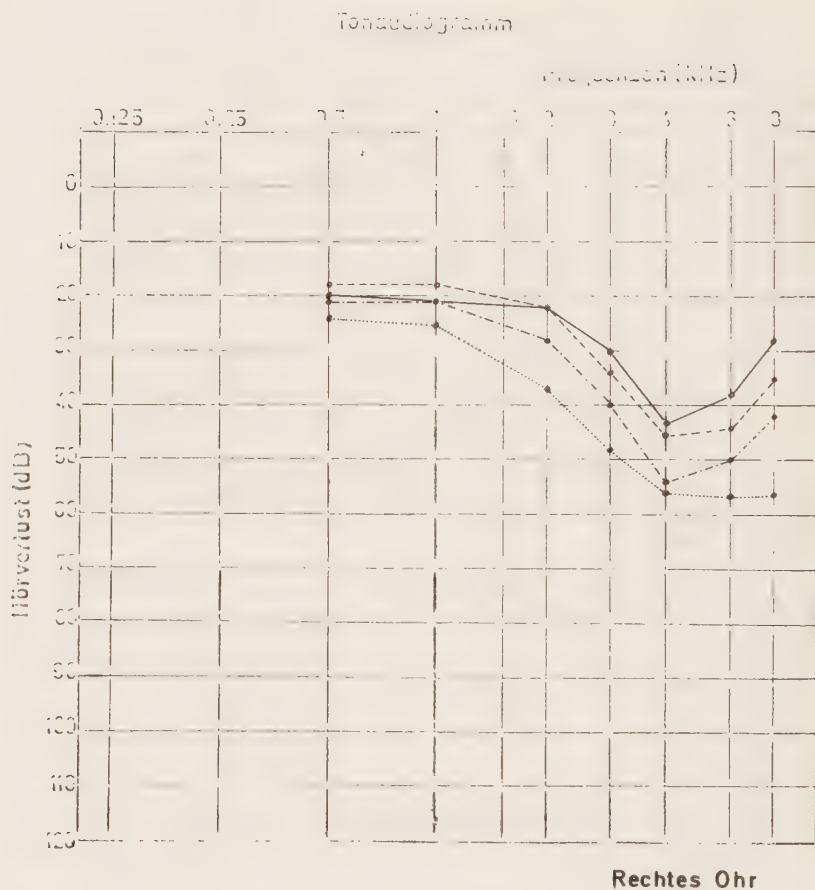


Abb. 7a :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 15 - 20 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 314

	< 15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn				n
—————					43
- - - - -	15 - 24	"	"	"	178
- . - . - . -	25 - 34	"	"	"	65
.....	35 - 44	"	"	"	28

Hörverlustradiogramm

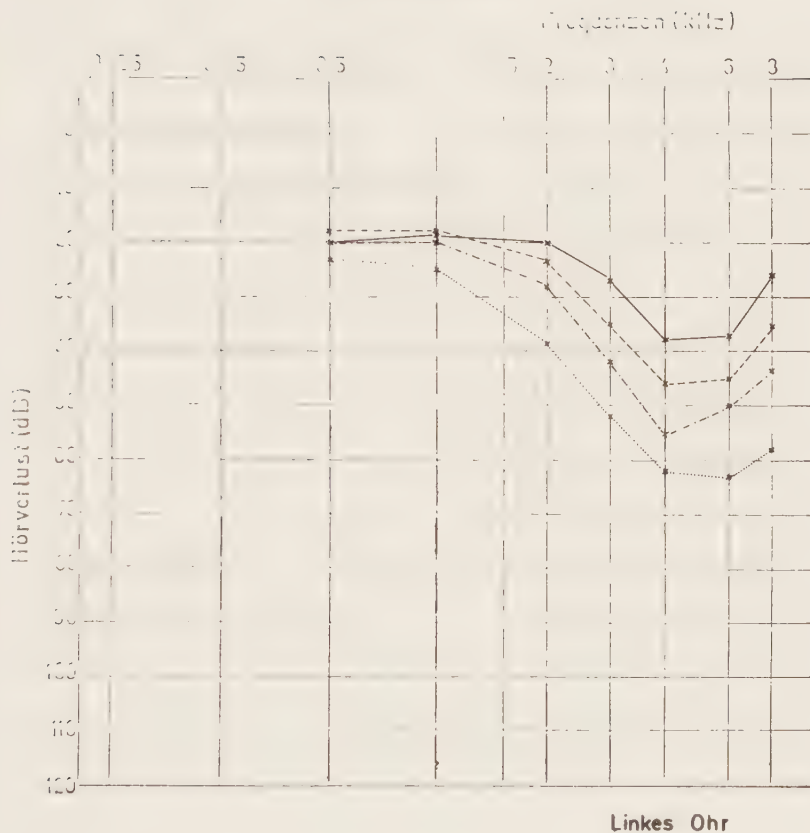


Abb. 7b :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 15 - 20 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 314

	< 15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn	n
— — — — —	15 - 24 " " "	43
- - - - -	25 - 34 " " "	178
.....	35 - 44 " " "	65
		28

In den Abbildungen 8a und 8b sind die mittleren Hörschwellenkurven von 4 Personengruppen dargestellt, die mit unterschiedlichem Alter die Lärmarbeit begonnen und 21-30 Jahre Lärmarbeit verrichtet haben.

Der Hörverlust zeigt in keiner Altersgruppe eine bedeutende Seitendifferenz.

Die Hörschwellenkurven verlaufen weitgehend parallel und zeigen eine Zunahme des Hörverlustes mit steigendem Alter.

Alle Altersgruppen lassen nach 21-30jähriger Arbeitszeit im Lärm eine deutlich ausgeprägte Hörsenke bei 4 kHz erkennen. Der Hörschwellenwert in der Frequenz 4 kHz liegt in der Altersgruppe < 15 Jahre bei re 48 dB, li 50 dB, 15-24 Jahre bei re 49 dB, li 51 dB, 25-34 Jahre bei re 59 dB, li 62 dB und in der Altersgruppe 35-44 Jahre bei re 66 dB und li 62 dB.

Die aus dem Verlauf der Hörschwellenkurven erkennbaren Hörverlustunterschiede sind jedoch nicht alle bedeutsam. Zwischen der Altersgruppe 35-44 Jahre und 25-34 Jahre besteht in keiner Frequenz ein signifikanter Unterschied. Die Altersgruppe 15-24 Jahre zeigt nur in der Frequenz 8 kHz einen signifikant größeren Hörverlust als die Altersgruppe < 15 Jahre. Zwischen allen übrigen Altersgruppen bestehen meist höchst signifikante Hörverlustunterschiede (s. Anhang Tab. 6).

Hörverlustogramm

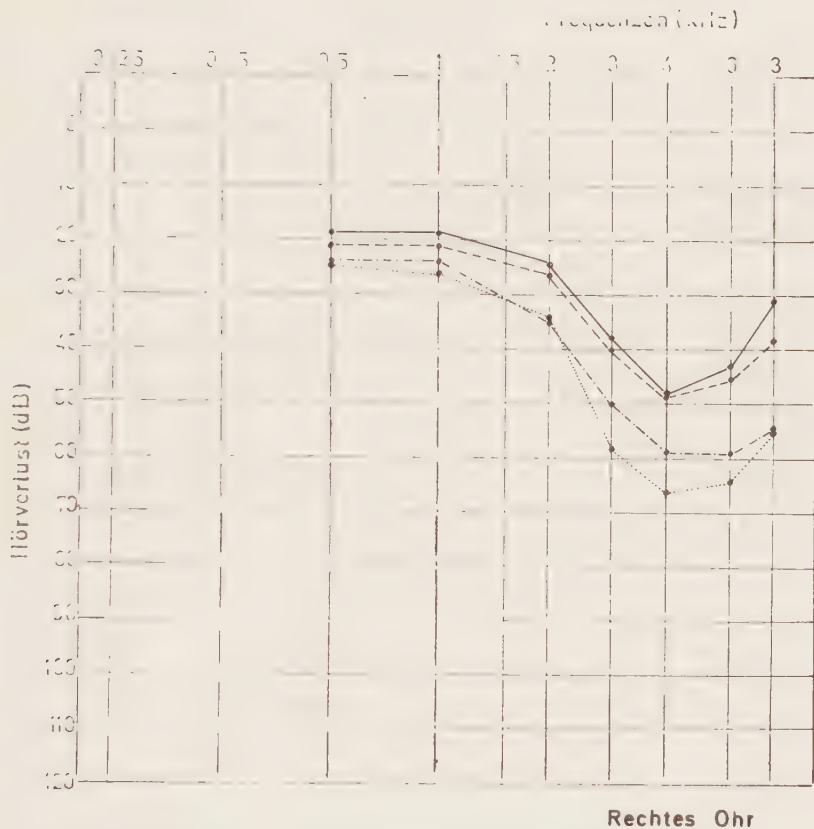


Abb. 8a :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 21 - 30 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 387

	< 15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn				n
— — — — —	15 - 24	"	"	"	59
- - - - -	25 - 34	"	"	"	216
.....	35 - 44	"	"	"	86
					26

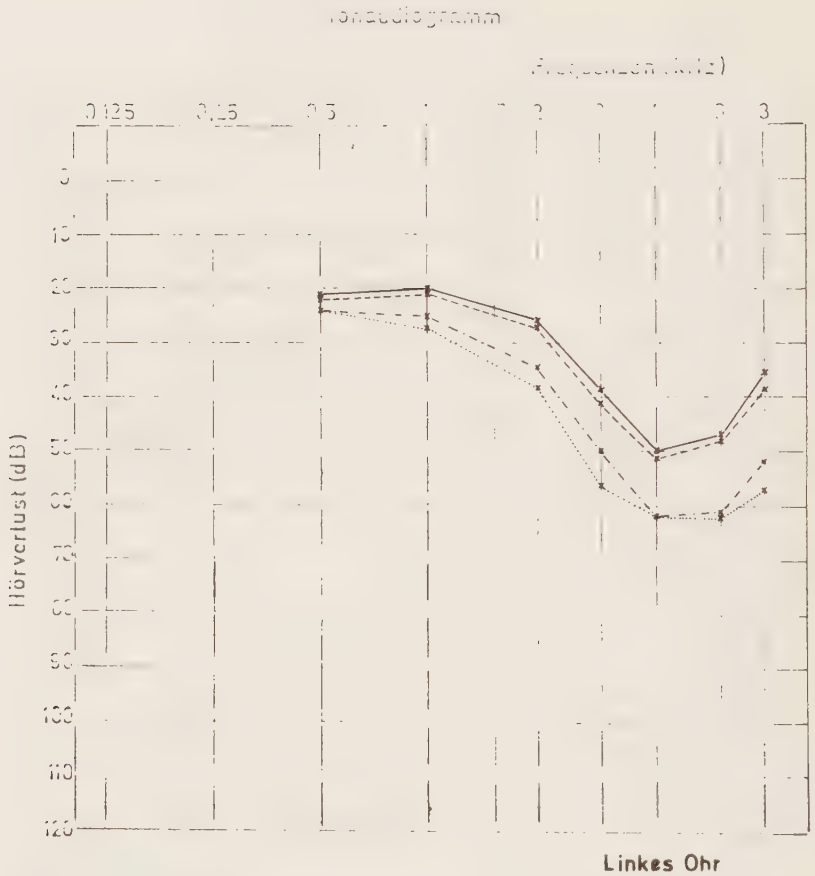


Abb. 8b :

Mittlerer Hörverlust in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit bei gleicher Lärmarbeitsdauer.

Lärmarbeitsdauer: 21 - 30 Jahre

Anzahl der Untersuchten: N = 387

	< 15 Jahre bei Lärmarbeitsbeginn			n
— — — — —	15 - 24	"	"	59
-.-.-.-.-	25 - 34	"	"	216
.....	35 - 44	"	"	86
				26

3. Ergebnisse der 2. Fragestellung

3.1. Statistische Datenerhebung

Auf Seite 10 wurde bereits erwähnt, daß die Ergebnisse einiger der bisher durchgeführten Untersuchungen über das Problem der geschlechtsunterschiedlichen Lärmempfindlichkeit nur mit Einschränkung zu verwerten sind, da es in der Versuchsanordnung dieser Arbeiten nicht immer gelungen ist, die zu vergleichenden Gruppen zu parallelisieren.

In der vorliegenden Untersuchung wurde daher der Versuch unternommen, aus der gesamten Population ($N = 2035$), die sich aus 1952 Männern und 83 Frauen zusammensetzt, zwei parallele Gruppen zu finden, die in den das Ausmaß einer Lärmschwerhörigkeit beeinflussenden Faktoren übereinstimmen.

77 männliche und 77 weibliche Personen konnten mit einer Abweichung von $\pm 5\%$ in folgenden Parametern parallelisiert werden:

1. Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung (s.Abb.9)
2. Alter bei Beginn der Lärmarbeit (s.Abb.10)
3. Lärmarbeitsdauer (s.Abb.11)
4. Gesamtlärmpegel (s.Abb.12)

Das durchschnittliche Lebensalter der beiden vergleichbaren Personengruppen betrug zum Zeitpunkt der Untersuchung 36,7 Jahre, das durchschnittliche Alter bei Beginn der Lärmarbeit 29,8 Jahre.

Die beiden Gruppen haben übereinstimmend durchschnittlich sieben Jahre im Lärm von einer Gesamtintensität von 89 dB gearbeitet. Die Abbildung 12 zeigt die durchschnittliche Oktavband-Analyse des Lärms, dem die untersuchten Männer und Frauen ausgesetzt waren.

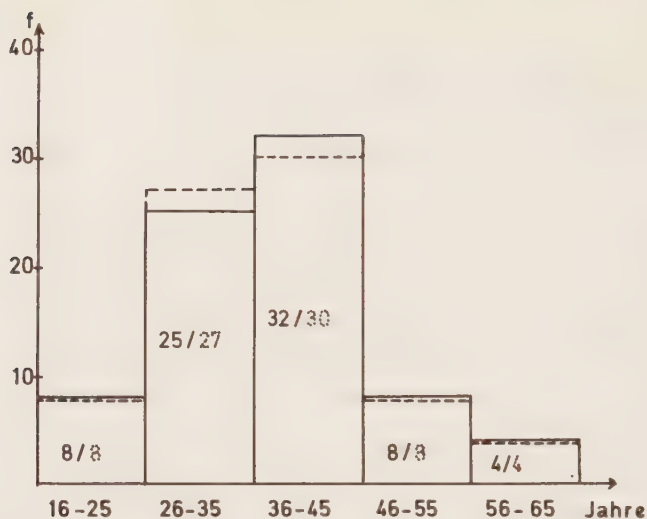


Abb. 9 :

Aufteilung der untersuchten männlichen (—) und weiblichen (----) Personengruppe nach dem Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung (N = 77)

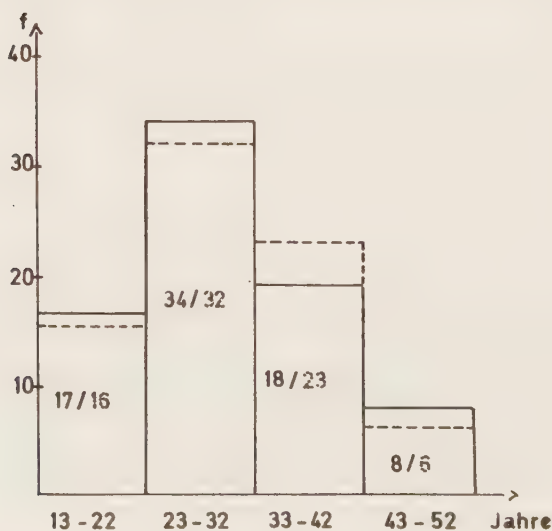


Abb. 10 :

Aufteilung der untersuchten männlichen (—) und weiblichen (----) Personengruppe nach dem Alter bei Eintritt in die Lärmarbeit (N = 77)

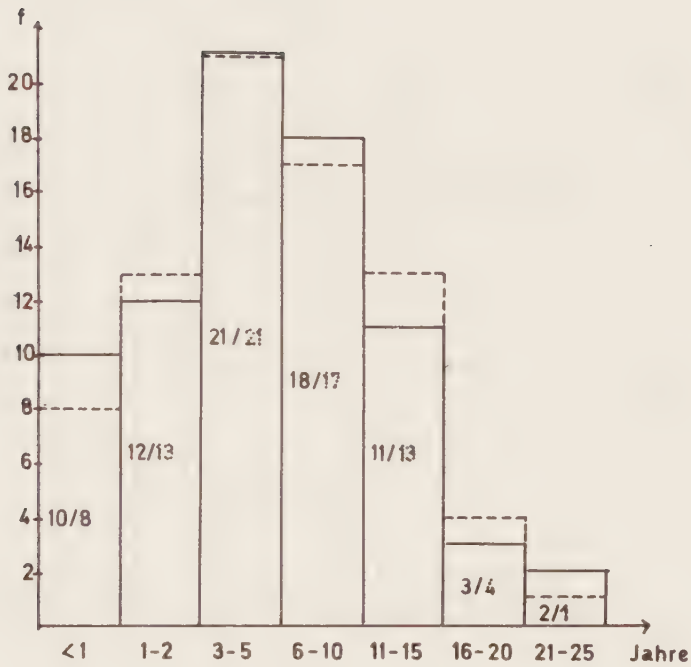


Abb. 11 :

Aufteilung der untersuchten männlichen (—) und weiblichen (----) Personengruppe nach der Dauer der Lärmbelastung (N = 77)

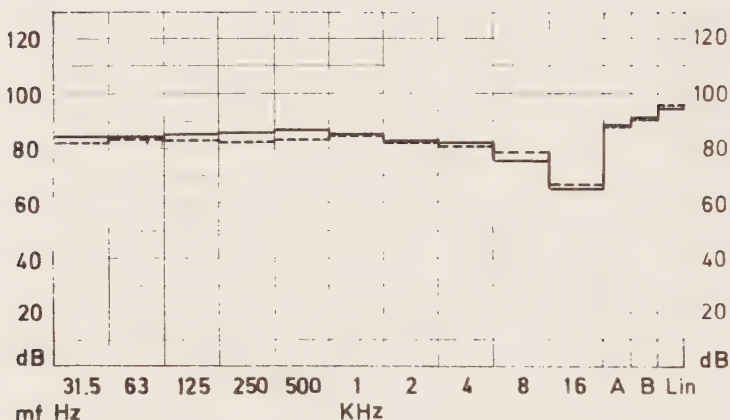


Abb. 12: Oktavband-Analyse des Lärms der vergleichbaren weiblichen (-----) und männlichen (——) Untersuchungsgruppe

3.2. Beschreibung der Ergebnisse

In der Abbildung 13 sind - getrennt für rechtes und linkes Ohr - die mittleren Hörschwellenkurven der beiden parallelisierten Gruppen dargestellt.

Der Verlauf dieser Kurven ist für beide Ohren symmetrisch. Der Hörverlust der Männer beträgt in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz 22 - 24 dB, vergrößert sich bei 3 kHz auf re 31 dB und li 32 dB und erreicht bei 4 kHz mit 38 und li 37 dB ein Maximum. In den Frequenzen 6 und 8 kHz liegt die Hörschwelle dieser Gruppe bei re 35 bzw. 30 dB und links bei 36 bzw. 31 dB.

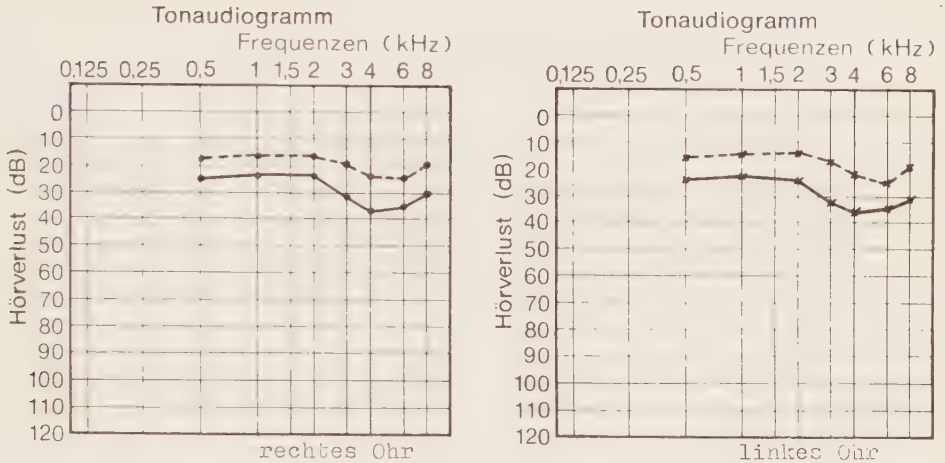


Abb. 13: Mittlerer Hörverlust von 77 Frauen (-----) und 77 Männern (———), die unter konstanten Bedingungen im Lärm gearbeitet haben.

Der Hörverlust der vergleichbaren weiblichen Gruppe ist deutlich geringer. Er beträgt in den Frequenzen 0.5, 1 und 2 kHz 14 - 17 dB, vergrößert sich von der Frequenz 3 kHz ab und erreicht mit 24 dB bei beiden Ohren ein Maximum. Bei der Frequenz 8 kHz liegt die Hörschwelle bei 19 dB.

Die Signifikanzprüfung dieses unterschiedlichen Hörverlustes bei Männern und Frauen zeigt, daß der Hörverlust der weiblichen Personengruppe in allen Frequenzen höchst signifikant (0,1 % Niveau) geringer ist als der der männlichen Gruppe.

Die Signifikanzberechnung bezieht sich auf den mittleren Hörverlust beider Ohren.

4. Ergebnisse der 3. Fragestellung

4.1. Statistische Datenerhebung

Zur Beantwortung der Frage, welchen Einfluß ein unterschiedliches Geräuschespektrum auf die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit hat, wurde die von uns untersuchte Population nach ihrer betrieblichen Tätigkeit in 17 verschiedene Berufsgruppen unterteilt, deren Häufigkeitsverteilung in der Abb. I graphisch dargestellt ist.

Berufsgruppe	1: Gußputzer	(n = 503)
"	2: Arbeiter in der Allgemeinen Putzerei	(n = 110)
"	3: Arbeiter an Strahlputzanlagen	(n = 31)
"	4: Schweißer	(n = 14)
"	5: Ausleerer	(n = 264)
"	6: Arbeiter an Slinger und Drehkreuz	(n = 68)
"	7: Arbeiter an Rüttel- preßformmaschinen	(n = 64)
"	8: Arbeiter an Fließband- formmaschinen	(n = 143)
"	9: Arbeiter an Kernschieß- maschinen	(n = 110)
"	10: Kernmacher	(n = 106)
"	11: Sandaufbereiter	(n = 43)
"	12: Arbeiter in der Schleu- dergießerei	(n = 64)
"	13: Schlosser	(n = 62)
"	14: Schmelzereiarbeiter	(n = 71)
"	15: Transportarbeiter	(n = 56)
"	16: Arbeiter i. Allg. einbetr.	(n = 283)
"	17: Arbeiter in der Abnahme	(n = 114)

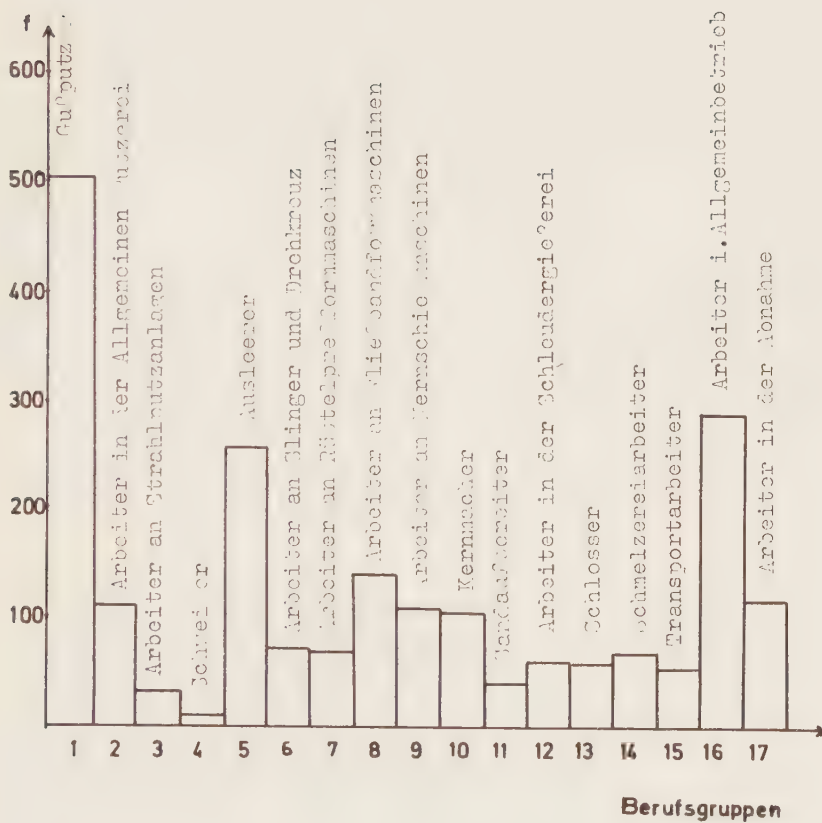


Abb. 1 :

Aufteilung der untersuchten Population nach betrieblicher Tätigkeit.

Wie aus Abb. I hervorgeht, ist die Berufsgruppe 4 (Schweißer) mit einer Gesamtzahl von $n = 14$ gegenüber den anderen Gruppen deutlich unterrepräsentiert. Diese Berufsgruppe bleibt daher bei der Auswertung unberücksichtigt. Für jede der 16 Berufsgruppen wurde - getrennt für rechtes und linkes Ohr - die mittlere Hörschwellenkurve und eine mittlere Oktav-Band-Analyse des Lärms, dem die jeweilige Berufsgruppe zum Zeitpunkt der Untersuchung ausgesetzt war, erstellt.

Um festzustellen, ob ein unterschiedliches Lärmspektrum Abweichungen im Verlauf der Hörschwellenkurven erkennen läßt, wurden sowohl die Ergebnisse der Lärmanalyse als auch die Hörverlustkurve jeder Berufsgruppe mit jeder anderen verglichen. Die unterschiedlichen Hörverluste zwischen den einzelnen Berufsgruppen wurden einer Signifikanzprüfung unterzogen, die nicht für rechtes und linkes Ohr getrennt durchgeführt wurde, sondern sich auf den mittleren Hörverlust beider Ohren bezieht.

Ferner soll untersucht werden, wie hoch in jeder Berufsgruppe der Prozentsatz derjenigen Personen ist, die eine beginnende Lärmschwerhörigkeit aufweisen, d.h. einen Hörverlust in den Frequenzbereichen zeigen, die bei der lautsprachlichen Kommunikation eine Rolle spielen. Als Grenzwerte für eine beginnende Lärmschwerhörigkeit werden Hörverluste von ≥ 40 dB im Frequenzbereich 2 kHz und 3 kHz und weiterhin ein Hörverlust von ≥ 50 dB im Frequenzbereich 4 kHz festgesetzt.

4.2 Beschreibung der Ergebnisse

In der Abb. 15a ist der mittlere Hörverlust - getrennt für rechtes und linkes Ohr - von 503 Gußputzern graphisch dargestellt. Der Verlauf der Hörschwellenkurve läßt keinen auffallenden Seitenunterschied erkennen. Der Hörverlust beträgt in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz zwischen 22 und 27 dB und vergrößert sich mit zunehmender Frequenz mit einem Maximum bei 4 kHz (re 42 und li 44 dB).

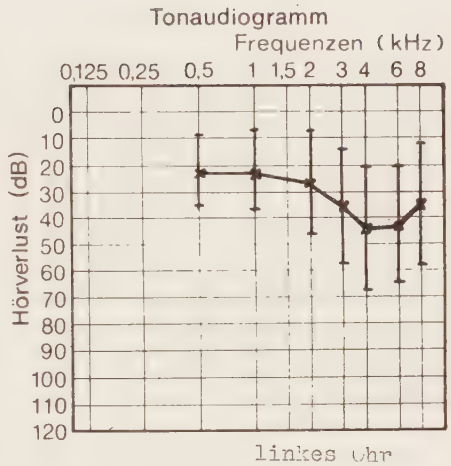
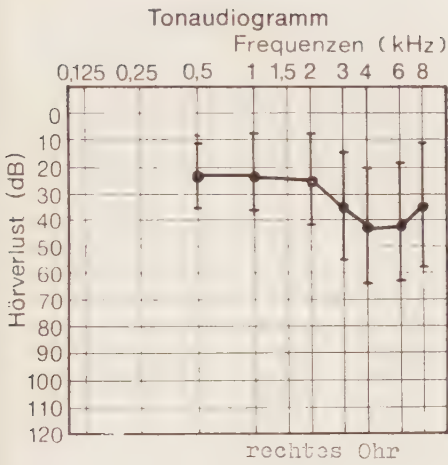


Abb. 15a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 503 Gußputzern

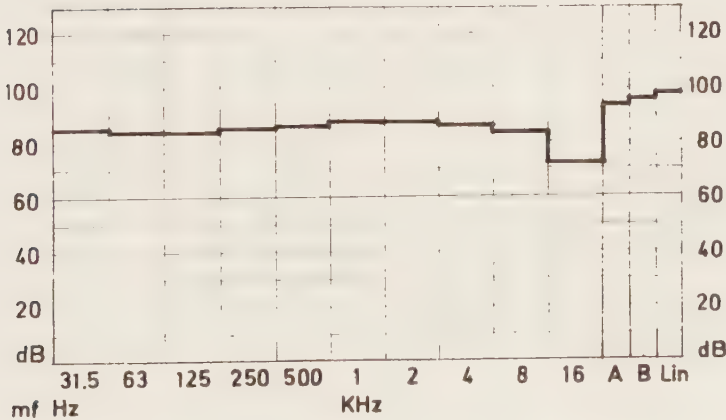


Abb. 15b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Gußputzer

Der mittlere Gesamtlärmpegel der Berufsgruppe Gußputzer betrug 93 dB_A , 95 dB_B und $98 \text{ dB}_{\text{lin}}$ (s. Abb. 15b).

Die Oktavband-Analyse zeigt ein ausgesprochenes Breitbandgeräusch mit einem schwach ausgeprägten Maximum bei 1 und 2 kHz mit 88 dB.

Die Abbildung 16a zeigt den mittleren Hörverlust von 110 Arbeitern der Allgemeinen Putzerei. Auf beiden Ohren symmetrischer Verlauf der Hörschwellenkurven. Der Hörverlust beträgt in den Frequenzen 0,5 kHz 18 dB, 1 kHz 19 dB. Ausgeprägte Hörsenke bei 4-6 kHz (46 dB). Anstieg der Hörverlustkurve in der Frequenz 8 kHz auf 38 dB.

Die Oktavband-Analyse des Lärms in der Allgemeinen Putzerei ist in der Abbildung 16b dargestellt. Die Gesamtintensität betrug 87 dB_A , 89 dB_B , $92 \text{ dB}_{\text{lin}}$. Breitbandgeräusch mit einem Maximum im Meßbereich 0,5 und 1 kHz (83 dB).

Den mittleren Hörverlust von 31 Arbeitern an Strahlputzanlagen zeigt die Abbildung 17a. Der Verlauf der Hörschwellenkurven zeigt eine geringe Seitendifferenz zwischen rechtem und linkem Ohr in der Frequenz 4 kHz mit re 39 dB und li 42 dB. Diese Werte entsprechen dem maximalen Hörverlust.

Das entsprechende mittlere Geräuschspektrogramm (s. Abb. 17b) zeigt ein ausgesprochenes Breitbandgeräusch ohne erkennbares Maximum. Die gemessenen Werte liegen in den Frequenzen 31,5 Hz bis 4 kHz zwischen 87 und 90 dB. Im Meßbereich 8 kHz beträgt der Schalldruck 83 dB und bei 16 kHz 70 dB.

Die Gesamtintensität des an Strahlputzanlagen gemessenen Lärms betrug 94 dB_A , 95 dB_B und $99 \text{ dB}_{\text{lin}}$.

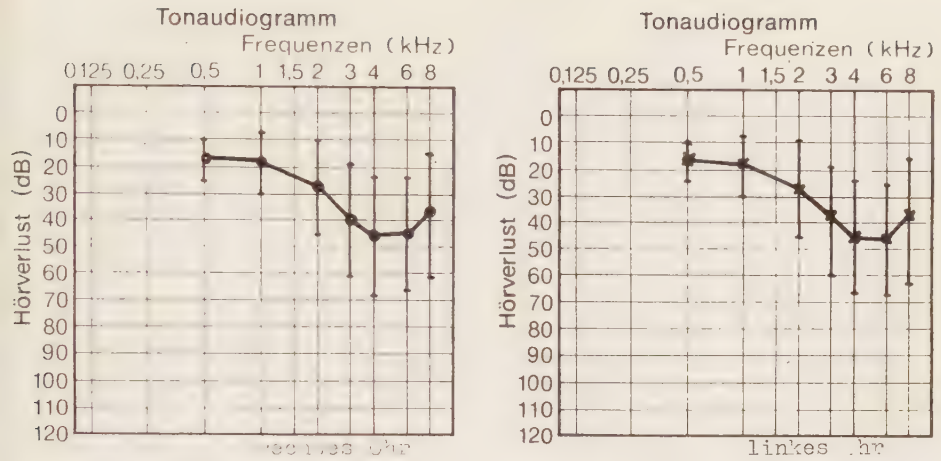


Abb. 16a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 110 Beschäftigten in der Allgemeinen Putzerei.

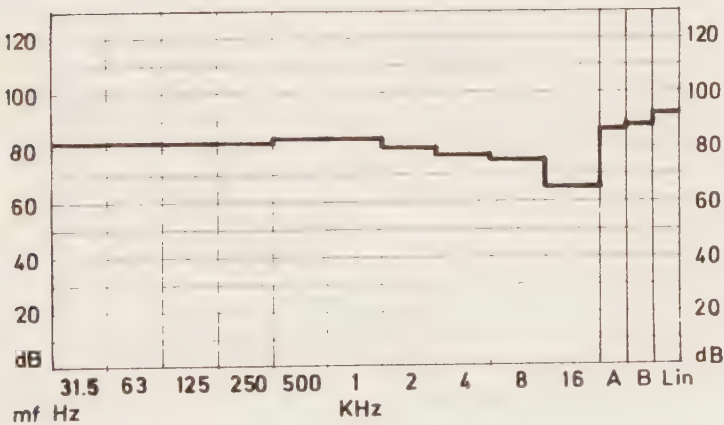


Abb. 16b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms in der Allgemeinen Putzerei.

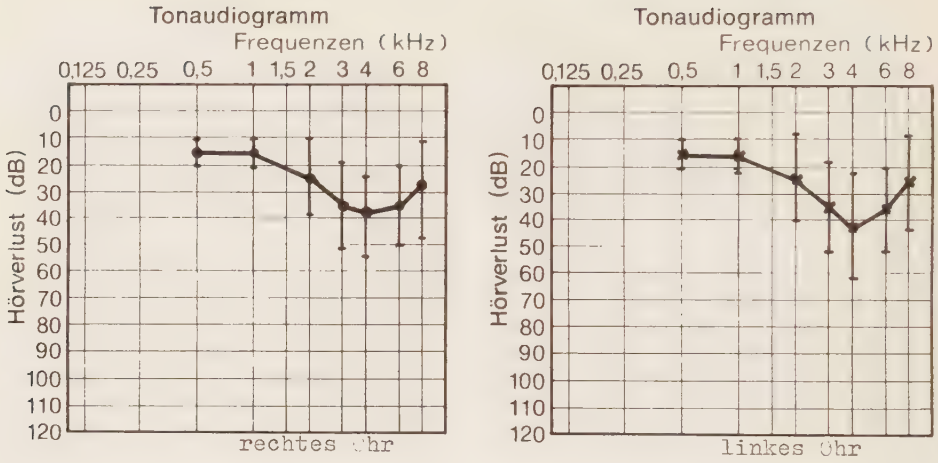


Abb. 17a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 31 Arbeitern an Strahlputzanlagen

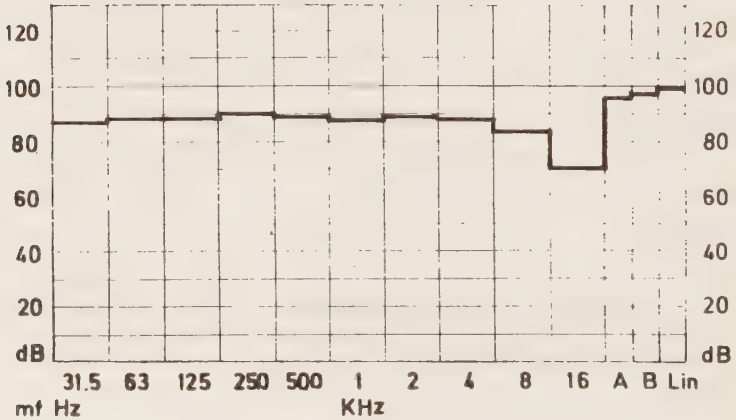
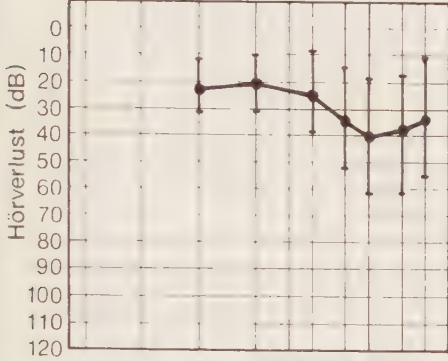


Abb. 17b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms an Strahlputzanlagen

Tonaudiogramm

Frequenzen (kHz)

0.125 0.25 0.5 1 1.5 2 3 4 6 8

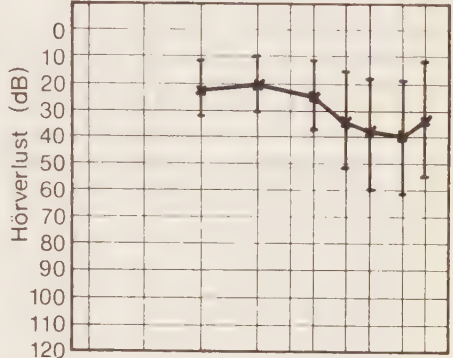


rechtses Ohr

Tonaudiogramm

Frequenzen (kHz)

0.125 0.25 0.5 1 1.5 2 3 4 6 8



linkes Ohr

Abb. 18a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 264 Ausleerern

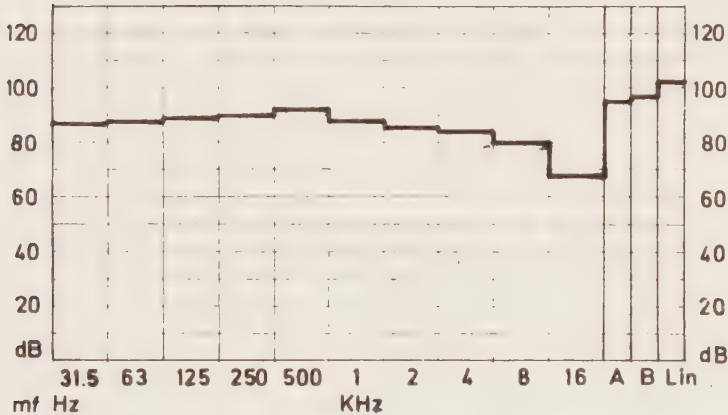


Abb. 18b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Ausleerer

Die mittlere Hörverlustkurve von 264 Ausleerern ist getrennt für rechtes und linkes Ohr in der Abbildung 18a dargestellt. Der Hörverlust ist auf beiden Ohren symmetrisch ausgebildet und beträgt in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz zwischen 20 und 24 dB. Der maximale Hörverlust liegt mit 39 und 40 dB bei 4 und 6 kHz.

Die Abbildung 18b zeigt die mittlere Oktavband-Analyse des Lärms, dem die Ausleerer ausgesetzt waren. Die Gesamtintensität des Lärms betrug 95 dB_A, 96 dB_B, 98 dB_{lin}. Das Spektrogramm ergibt einen Gipfel mit 91 dB bei 500 Hz und in den tieferen und höheren Frequenzen einen kontinuierlichen Abfall der Intensität.

Die Abbildung 19a zeigt die mittlere Hörschwellenkurve von 68 Formern (Arbeiter an Slinger und Drehkreuz). Der Kurvenverlauf zeigt eine geringe Seitendifferenz zwischen rechtem und linkem Ohr von 6 dB in der Frequenz 4 kHz und 5 dB in der Frequenz 6 kHz. Der Hörverlust beträgt bei 0,5 und 1 kHz 18-20 dB und vergrößert sich mit zunehmender Frequenz auf maximal 41 dB bei 4 kHz.

Die Lärmanalyse der Berufsgruppe Former (s. Abb. 19b) zeigt in ihrem Verlauf ein ähnliches Bild wie die Abbildung 18b: Schwach ausgeprägte Schallspitze von 92 dB im Frequenzband 500 Hz und ein kontinuierlicher Intensitätsabfall in tieferen und höheren Frequenzen. Der Gesamtschalldruck betrug 88 dB_A, 93 dB_B und 98 dB_{lin}.

In der Abbildung 20a ist die mittlere Hörverlustkurve von 64 Arbeitern an Rüttelpreßformmaschinen graphisch dargestellt. Der Verlauf der Kurve zeigt ein für beide Ohren symmetrisches Maximum des Hörverlustes bei 4 und 6 kHz (45 dB). Die entsprechende Lärmanalyse weist einen Gesamtschalldruck von 89 dB_A, 91 dB_B und 95 dB_{lin} auf. Die Oktavband-Analyse läßt ein Breitbandgeräusch ohne ausgeprägte Schallspitze erkennen (s. Abb. 20b).

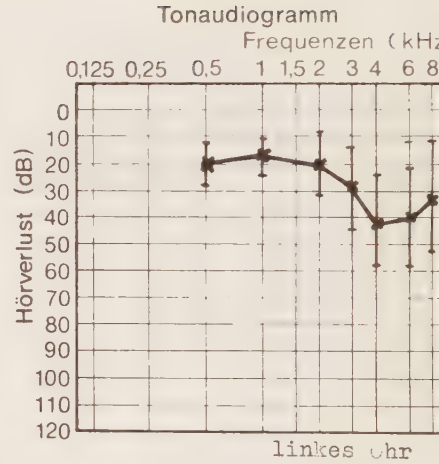
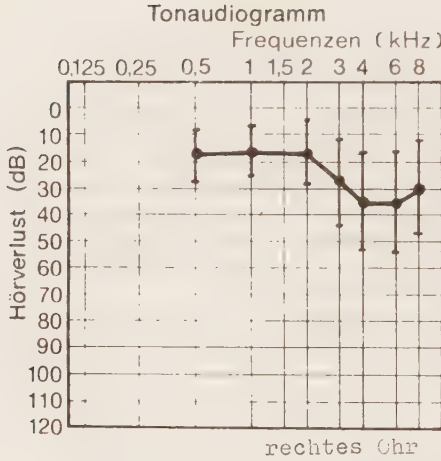


Abb. 19a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 68 Formern (Arbeiter an Slinger und Drehkreuz)

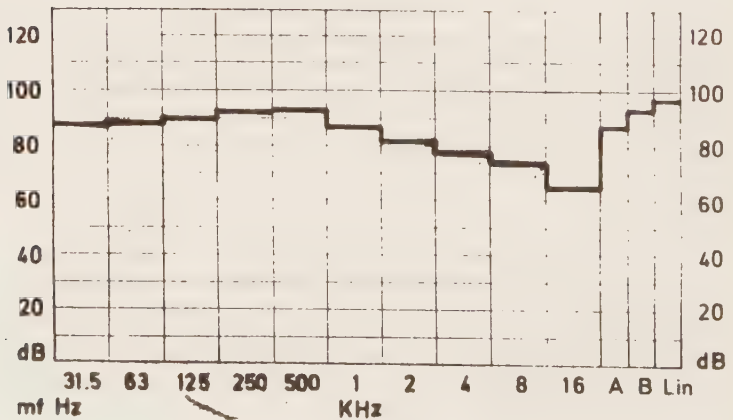


Abb. 19b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Former

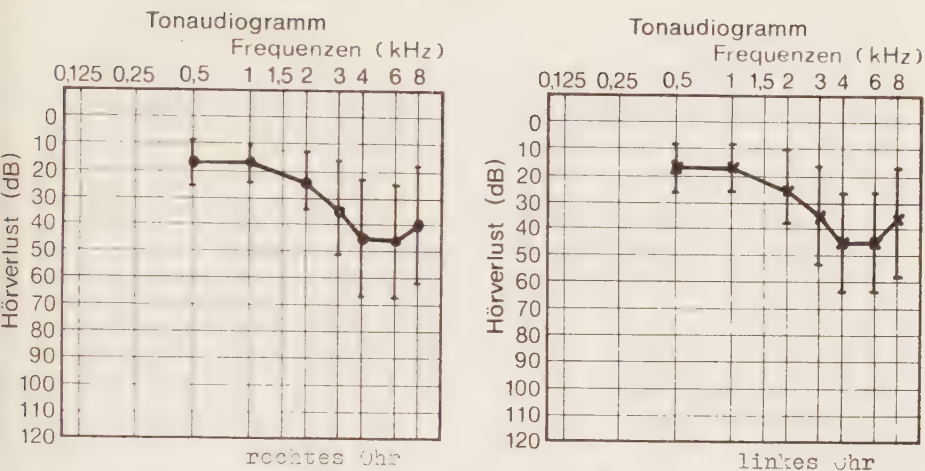


Abb. 20a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 64 Arbeitern an Rüttelpreßformmaschinen

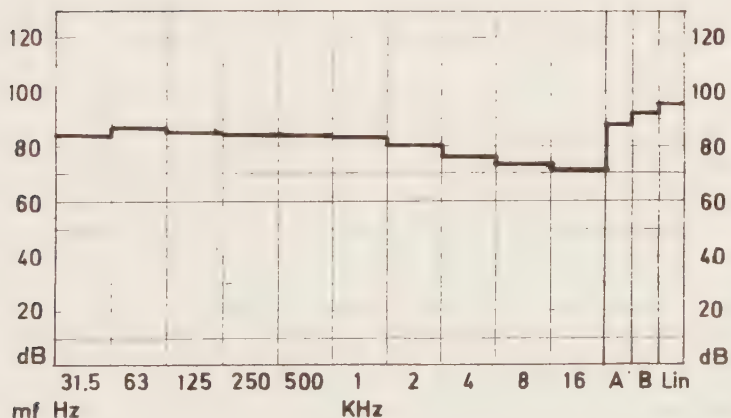


Abb. 20b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Arbeiter an Rüttelpreßformmaschinen

Die Hörschwellenkurve von 143 Arbeitern an Fließbandformmaschinen (s. Abb. 21a) zeigt weitgehende Übereinstimmung mit der in Abbildung 20a dargestellten Hörverlustkurve der Rüttelpreßformer.

Die Oktavband-Analyse an 134 Arbeitsplätzen, die die Abbildung 21b zeigt, hat folgende Werte ergeben:

Ein mit einer Intensität von 91-92 dB in den Frequenzen von 63, 125 und 500 Hz gering ausgeprägtes Maximum; zunehmende Verringerung des Schalldrucks auf 84 dB bei 8 kHz und 75 dB bei 16 kHz.

Die Gesamtintensität des Lärms betrug 93 dB_A, 96 dB_B und 100 dB_{lin}.

Die Abbildung 22a zeigt - für beide Ohren getrennt - die mittlere Hörschwellenkurve von 110 Arbeitern an Kernschießmaschinen. Der Kurvenverlauf zeigt keine Seitenunterschiede. Eine deutliche Hörsenke ist mit einem Hörverlust von 39 dB bei der Frequenz 4 kHz ausgeprägt.

Die Oktavband-Analyse (s. Abb. 22b) zeigt ein Breitbandgeräusch ohne ausgesprochene Schallspitze. Der Gesamtschalldruck betrug 85 dB_A, 91 dB_B, 94 dB_{lin}.

In der Abbildung 23a ist der mittlere Hörverlust von 106 Kernmachern dargestellt. Der Verlauf der Hörschwellenkurve ist auf beiden Ohren symmetrisch; er zeigt in den Frequenzen 0,5 und 1 kHz einen Hörverlust von 20 dB, der sich mit zunehmender Frequenz vergrößert bis zu einem Maximum bei 4 und 6 kHz mit 39 dB. Zur Frequenz 8 kHz hin zeigt die Kurve eine ansteigende Tendenz.

Die Gesamtintensität des Lärms, dem die Kernmacher ausgesetzt waren, betrug 87 dB_A, 90 dB_B und 94 dB_{lin} (s. Abb. 23b). Die Oktavband-Analyse zeigt ein Breitbandgeräusch, dessen Intensität in den niederen Frequenzen etwa 85 dB beträgt und ab 5 kHz kontinuierlich abnimmt.

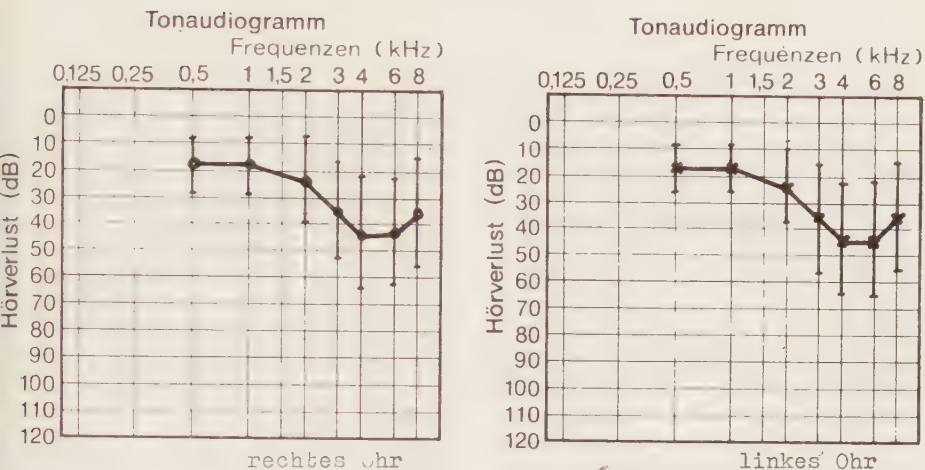


Abb. 21a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 143 Arbeitern an Fließbandformmaschinen

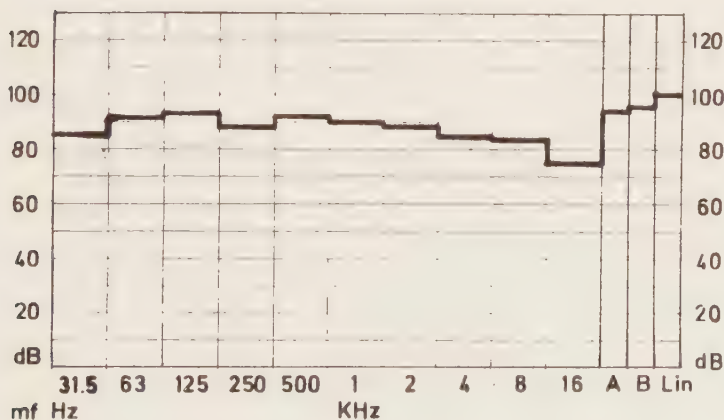


Abb. 21b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Arbeiter an Fließbandformmaschinen

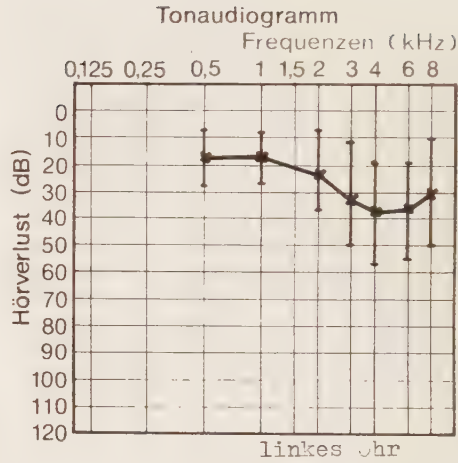
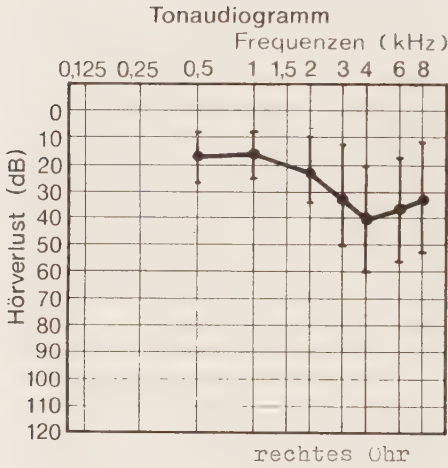


Abb. 22a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 110 Arbeitern an Kernschießmaschinen

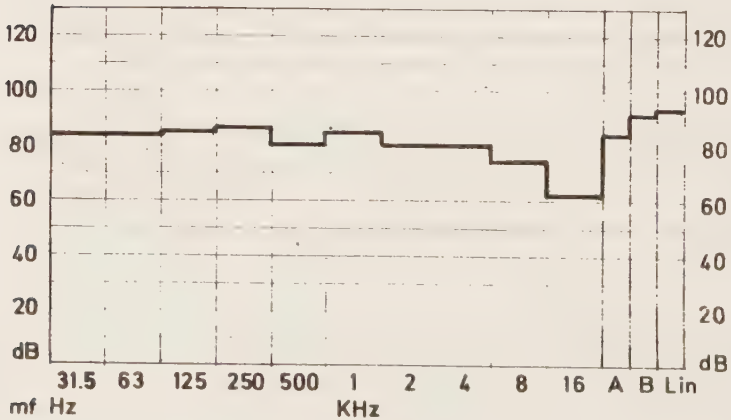


Abb. 22b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Arbeiter an Kernschießmaschinen

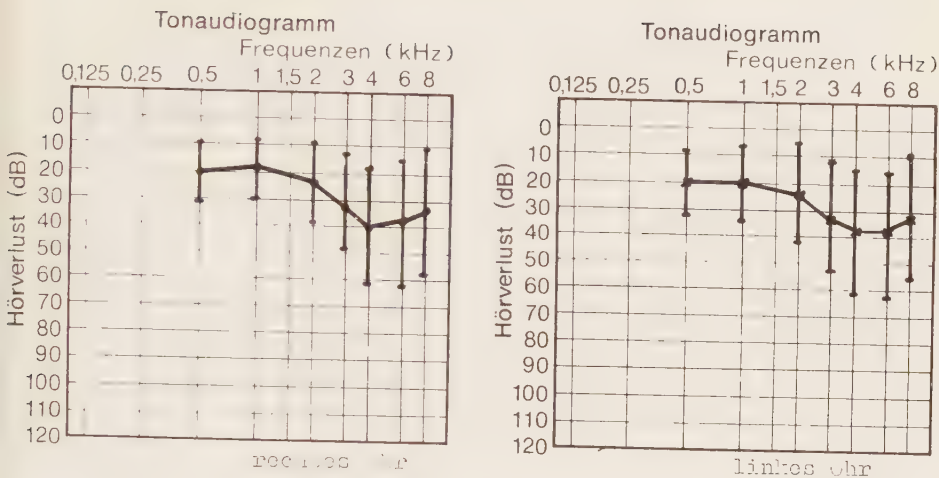


Abb. 23a: Mittlerer Hörverlust von 106 Kernmachern

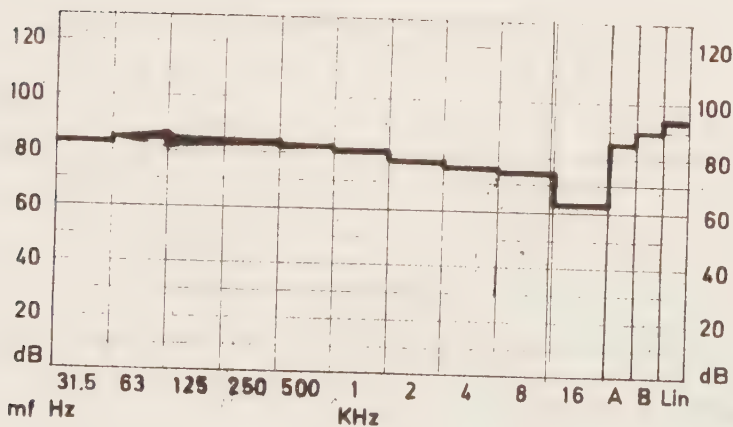


Abb. 23b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Kernmacher

Die Abbildung 24a zeigt die mittlere Hörschwellenkurve von 43 Sandaufbereitern. Im Kurvenverlauf besteht eine Seitendifferenz zwischen rechtem und linkem Ohr insofern, als es nach einem auf beiden Ohren gleichen Hörverlust mit einem Maximum bei 4 und 6 kHz (43 dB) auf dem linken Ohr zu einem Anstieg der Hörschwellenkurve in der Frequenz 8 kHz kommt, während rechts die erkennbare Hörsenke auf 8 kHz ausgedehnt ist.

Die Lärmanalyse der Berufsgruppe Sandaufbereiter zeigt ein Geräusch mit einem gering ausgeprägten Maximum mit 88 dB bei 125 und 250 Hz. Die Gesamtintensität des Lärms betrug 86 dB_A, 91 dB_B und 95 dB_{lin} (s.Abb. 24b).

In der Abbildung 25a ist der mittlere Hörverlust von 64 Schleudergießereiarbeitern dargestellt. Der mittlere Hörverlust beträgt in den Frequenzen 0,5 und 1 kHz 24 - 27 dB und erreicht ein Maximum bei 4 kHz mit re 40 und li 42 dB.

Das entsprechende Geräuschspektrogramm ist in der Abbildung 25b dargestellt und zeigt ein Intensitätsmaximum bei 0,5 und 1 kHz mit 83 dB. Die Gesamtintensität des in der Schleudergießerei gemessenen Lärms betrug 86 dB_A, 87 dB_B und 91 dB_{lin}.

Die mittlere Hörverlustkurve von 62 Schlossern ist - getrennt für rechtes und linkes Ohr - aus Abbildung 26a zu ersehen. Es findet sich ein ausgeprägtes Maximum des Hörverlustes bei 4 kHz mit re 46 und li 48 dB. Auffallende Seitenunterschiede sind nicht zu erkennen.

Die mittlere Oktavband-Analyse des Lärms an den Arbeitsplätzen der Schlosser (s.Abb. 26b) zeigt ein ausgesprochenes Breitbandgeräusch mit einer Intensität von etwa 85 dB. Die Gesamtintensität des Lärms betrug 85 dB_A, 89 dB_B und 94 dB_{lin}.

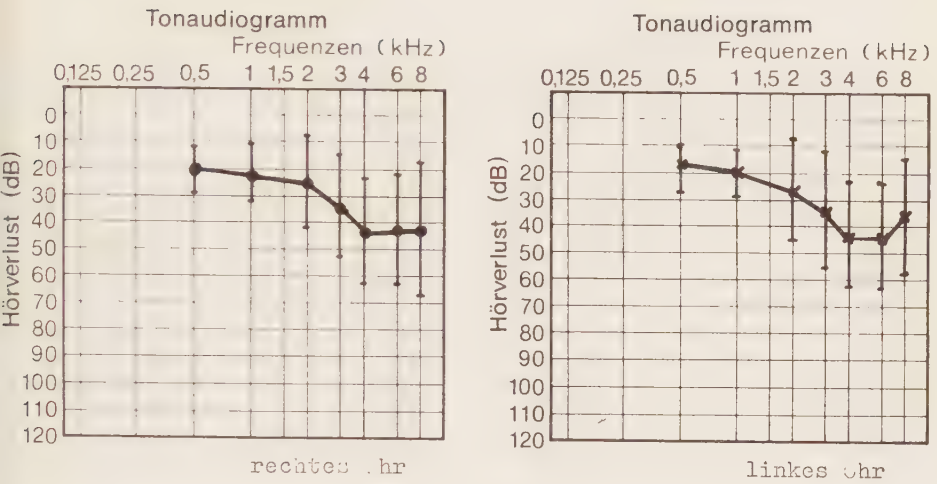


Abb. 24a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 43 Sandaufbereitern

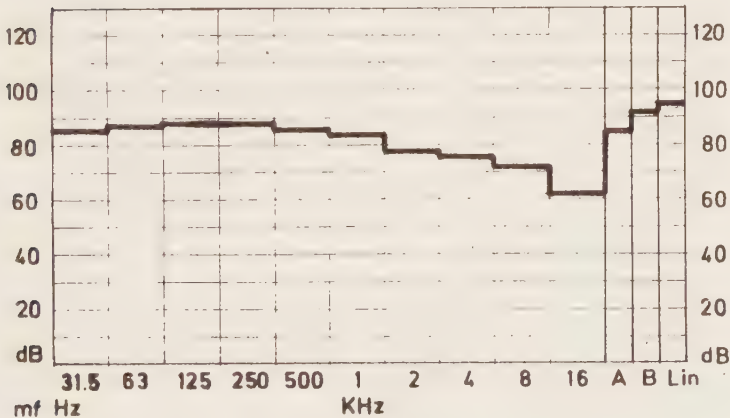


Abb. 24b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Sandaufbereiter

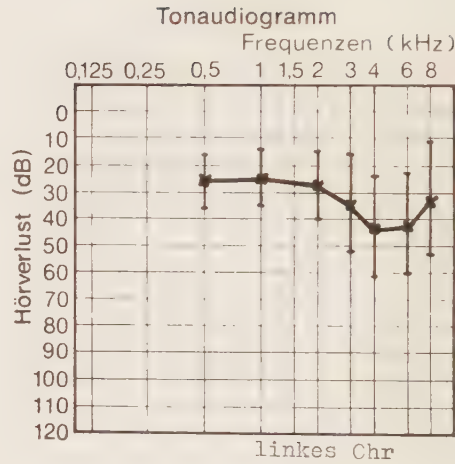
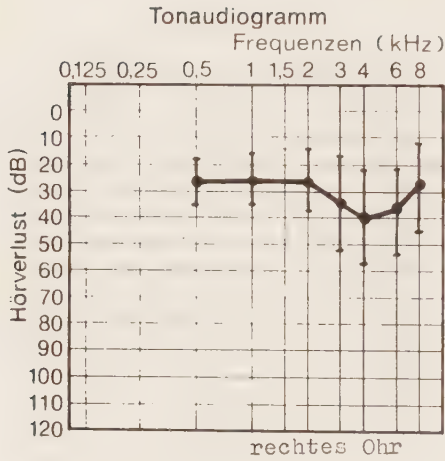


Abb. 25a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 64 Schleudergießerearbeitern

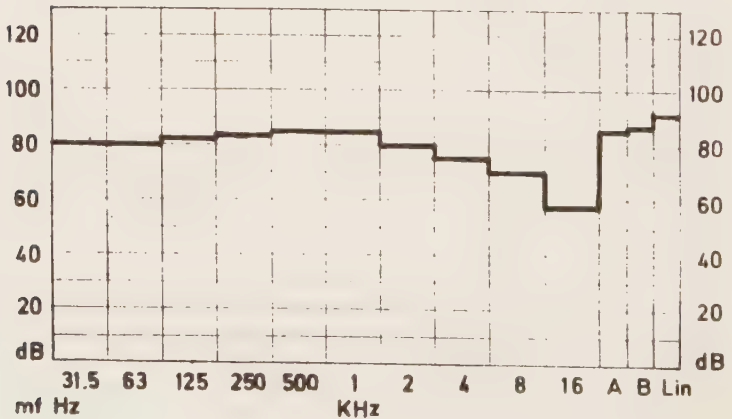


Abb. 25b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms in der Schleudergießerei

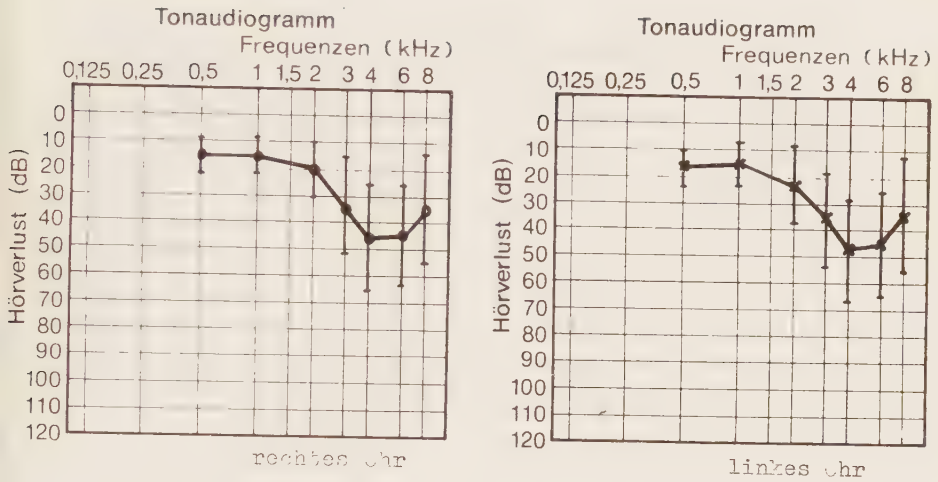


Abb. 26a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 62 Schlossern

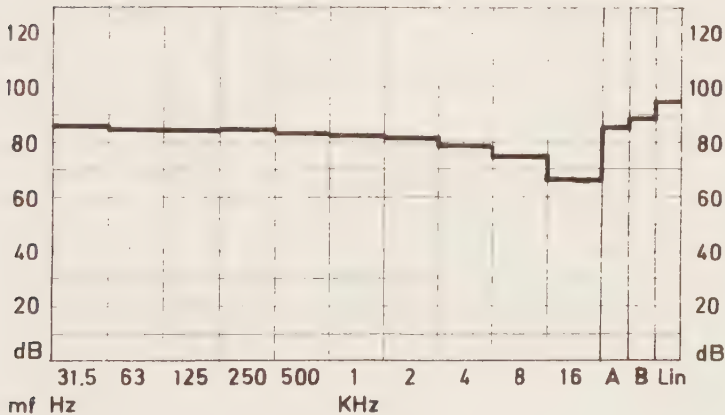


Abb. 26b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Schlosser

Die Abbildung 27a zeigt getrennt für rechtes und linkes Ohr den mittleren Hörverlust von 71 Schmelzereiarbeitern. Der Verlauf der Hörschwellenkurve ist für beide Ohren weitgehend symmetrisch. Der Hörverlust beträgt in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz 20 - 24 dB und vergrößert sich mit zunehmender Frequenz bis zu einem Maximum bei 6 kHz (42 dB).

Die mittlere Oktavband-Analyse des Lärms in der Schmelzerei - dargestellt in der Abb. 27b - zeigt ein schwach ausgeprägtes Maximum mit 85 dB bei 125 Hz und eine mit zunehmender Frequenz geringer werdende Intensität. Der Gesamtschalldruck betrug 84 dB_A , 87 dB_B und 93 dB_{lin} .

In der Abbildung 28a ist der mittlere Hörverlust von 56 Transportarbeitern dargestellt. Die Hörschwellenkurve zeigt einen bis zur Frequenz 1 kHz horizontalen Verlauf, fällt dann mit zunehmender Frequenz ab, um bei 4 kHz mit 38 dB eine Senke zu bilden. Ausgeprägte Seitenunterschiede zwischen rechtem und linkem Ohr sind nicht erkennbar.

Die Oktavband-Analyse zeigt ein typisches Breitbandgeräusch mit einer Intensität von 81 - 83 dB. Der Gesamtschalldruck betrug 86 dB_A , 88 dB_B und 93 dB_{lin} (s. Abb. 28b).

Die mittlere Hörverlustkurve von 283 Arbeitern im Allgemenbetrieb zeigt die Abbildung 29a. Der mittlere Hörverlust beträgt in den Frequenzen 0,5 und 1 kHz 19 - 20 dB und erreicht bei 4 und 6 kHz mit 39 - 41 dB ein Maximum, um sich in der Frequenz 8 kHz wieder auf 34 dB zu verringern.

Die Oktavanalyse zeigt ein Breitbandgeräusch von 80-84 dB. Der Gesamtschalldruck betrug 86 dB_A , 89 dB_B und 94 dB_{lin} (s. Abb. 29b).

Der mittlere Hörverlust von 114 Arbeitern in der Abnahme ist - getrennt für rechtes und linkes Ohr - in der Abb. 30a

graphisch dargestellt. Die Hörschwellenkurven beider Ohren verlaufen weitgehend symmetrisch, der maximale Hörverlust liegt mit 95 dB bei 4 kHz.

Die Oktavband-Analyse (s. Abb. 30b) zeigt ein Breitbandgeräusch mit einem gering ausgeprägten Maximum bei 1 kHz (83 dB). Die Gesamtintensität betrug 86 dB_A, 88 dB_B und 93 dB_{lin}.

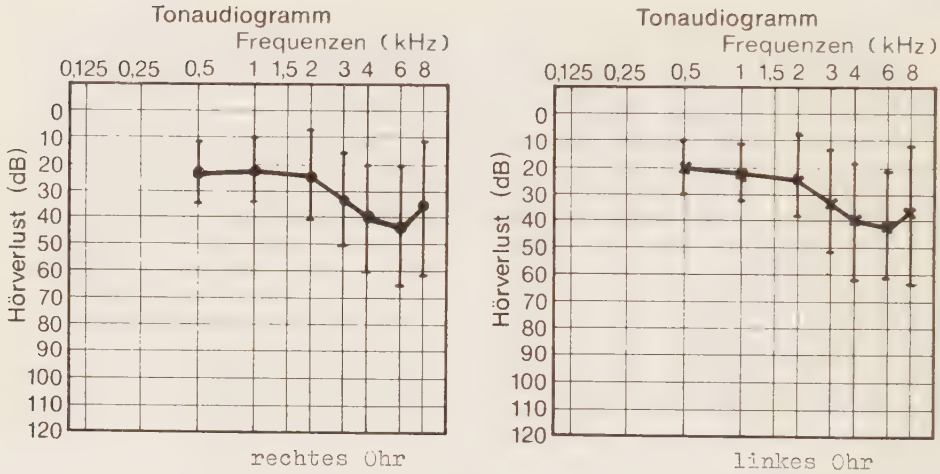


Abb. 27a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 71 Schmelzereiarbeitern

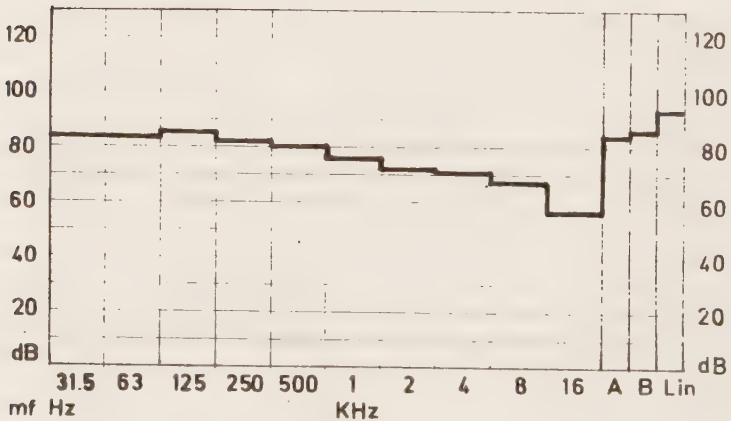


Abb. 27b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Schmelzereiarbeiter

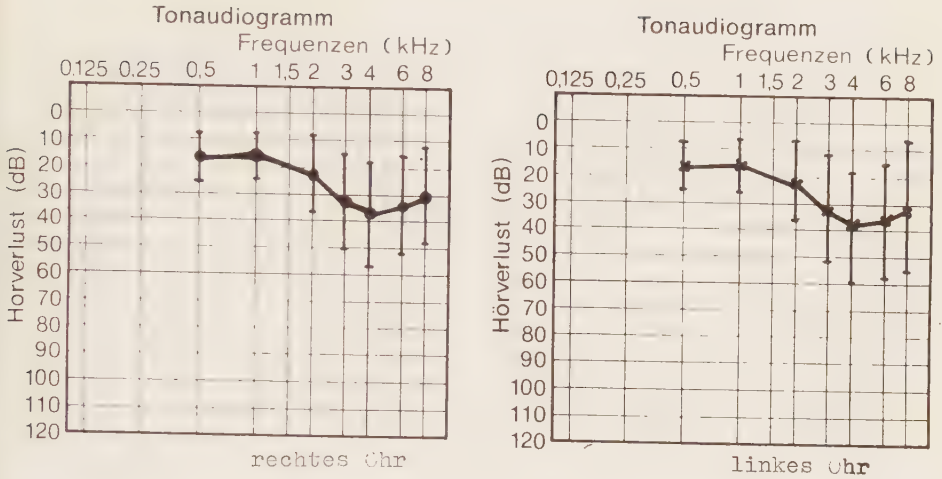


Abb. 28a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 56 Transportarbeitern

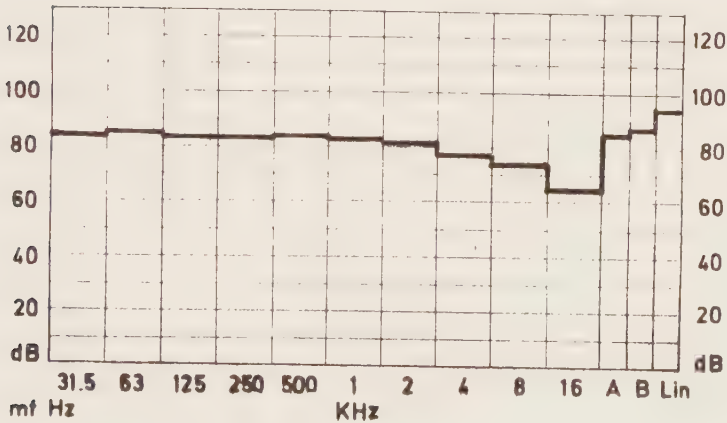


Abb. 28b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Transportarbeiter

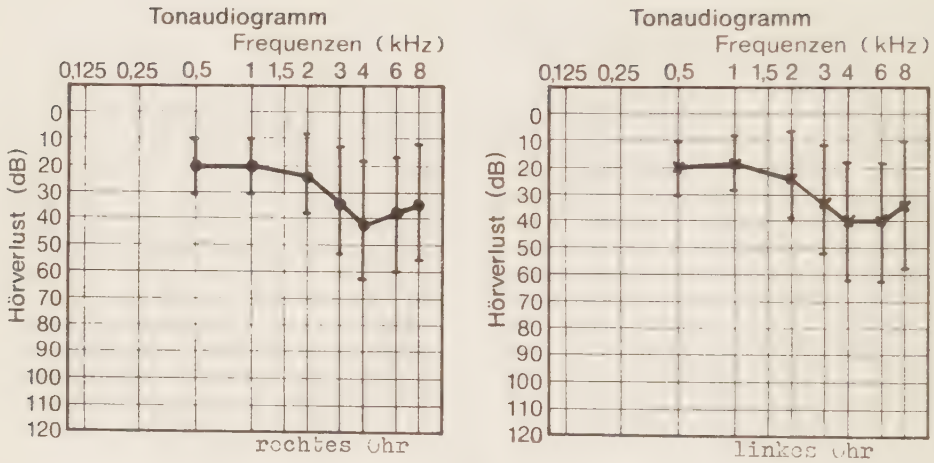


Abb. 29a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 283 Arbeitern im Allgemeinbetrieb

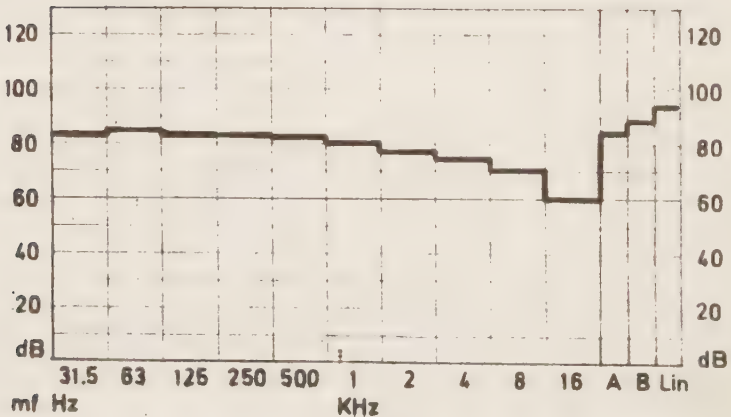


Abb. 29b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Arbeiter im Allgemeinbetrieb

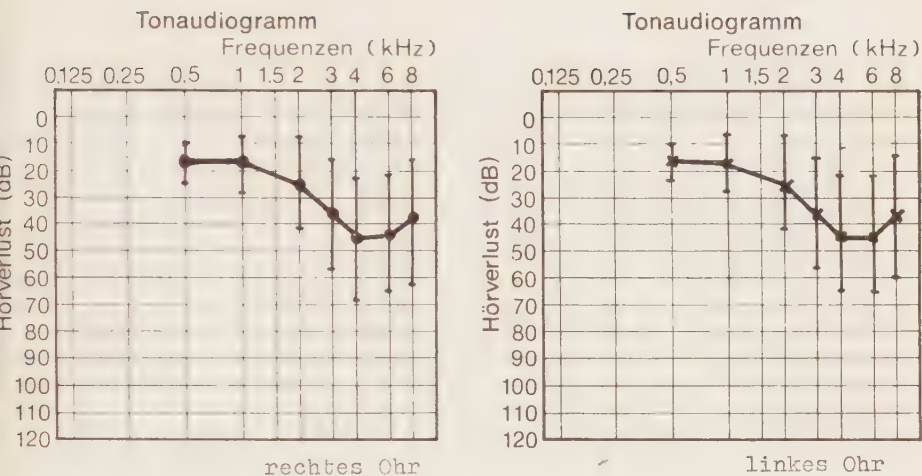


Abb. 30a: Mittlerer Hörverlust mit Standardabweichung von 114 Arbeitern in der Abnahme

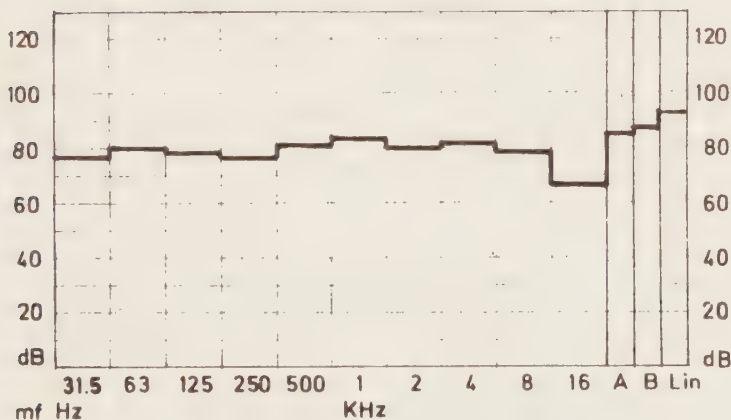
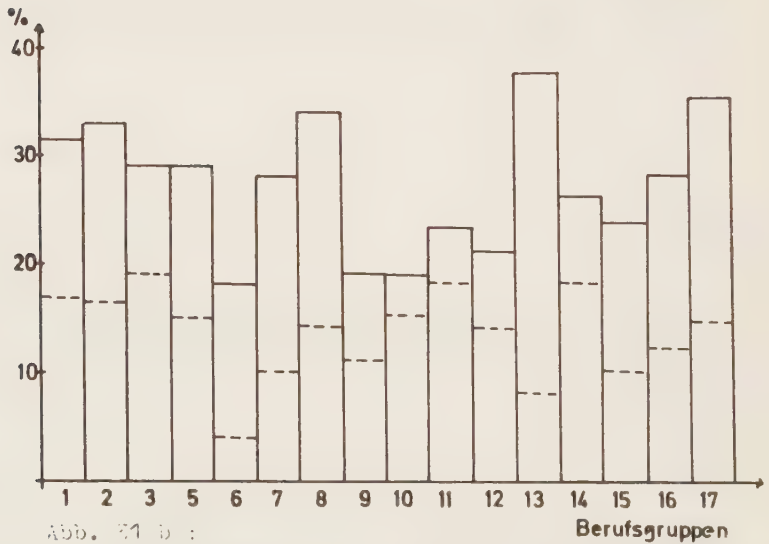
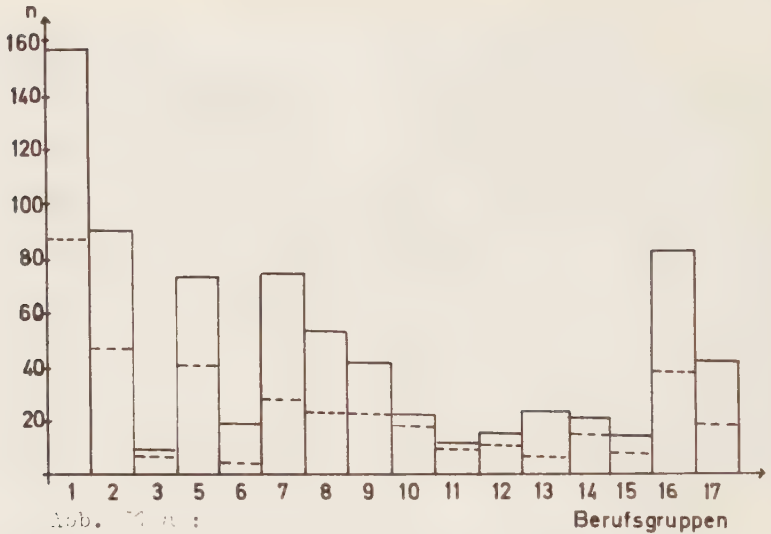


Abb. 30b: Mittlere Oktavband-Analyse des Lärms der Berufsgruppe Arbeiter in der Abnahme



Absoluter (Abb. 31a) und prozentualer (Abb. 31b) Anteil der Untersuchten jeder Berufsgruppe mit einem Hörverlust von ≥ 40 dB im Frequenzbereich 2 kHz (gestrichelte Linie) und einem Hörverlust von ≥ 40 dB im Frequenzbereich 3 kHz und ≥ 50 dB im Frequenzbereich 4 kHz (durchgezogene Linie).

Die in der Bewertung dB_A , dB_B und dB_{linear} gemessenen mittleren Lärmpegel zeigten für die einzelnen Berufsgruppen folgende Werte:

Berufsgruppe	dB_A	dB_B	dB_{lin}
1	93	95	98
2	87	89	92
3	94	95	99
5	95	96	98
6	88	93	98
7	89	91	95
8	93	96	100
9	85	91	94
10	87	90	94
11	86	91	95
12	86	87	91
13	85	89	94
14	84	87	93
15	86	88	93
16	86	89	94
17	86	88	93

Aus den Abbildungen 31a und 31b geht hervor, daß in den Berufsgruppen 1 (Gußputzer), 2 (Arbeiter in der Allgemeinen Putzerei), 3 (Arbeiter an Strahlputzanlagen), 5 (Ausleerer), 10 (Kernmacher), 11 (Sandaufbereiter) und 14 (Schmelzereiarbeiter) 15 - 16 Prozent der Untersuchten einen Hörverlust von ≥ 40 dB in der Frequenz 2 kHz aufweisen. Den gleichen Hörverlust von ≥ 40 dB zeigen in den Berufsgruppen 7 (Arbeiter an Rüttelpreßformmaschinen), 8 (Arbeiter an Fließbandformmaschinen), 9 (Arbeiter an Kernschießmaschinen), 12 (Arbeiter in der Schleudergießerei), 15 (Transportarbeiter), 16 (Arbeiter im Allgemeinbetrieb) und 17 (Arbeiter in der Abnahme) 10 - 14 Prozent der Untersuchten. Der Prozentsatz der Arbeiter mit einem Hörverlust von ≥ 40 dB bei 2 kHz beträgt in der Berufsgruppe 13 (Schlosser) 8 % und in der Berufsgruppe 6 (Arbeiter an Slinger und Drehkreuz) 4 %.

Einen Hörverlust von ≥ 40 dB bei 3 kHz und ≥ 50 dB bei 4 kHz weisen mehr als 30 % der Untersuchten in folgenden Berufsgruppen auf: 1 (Gußputzer), 2 (Arbeiter in der Allgemeinen Putzerei), 8 (Arbeiter an Fließbandformmaschinen), 13 (Schlosser) und 17 (Arbeiter in der Abnahme).

Den gleichen Hörverlust zeigen in den Berufsgruppen 3 (Arbeiter an Strahlputzanlagen), 5 (Ausleerer), 7 (Arbeiter an Rüttelpreßformmaschinen), 14 (Schmelzereiarbeiter) und 16 (Arbeiter im Allgemeinbetrieb) mehr als 25 % der untersuchten Personen. Bei 20 - 24 % der Untersuchten in den Berufsgruppen 11 (Sandaufbereiter), 12 (Arbeiter in der Schleudergießerei) und 15 (Transportarbeiter) konnte ein entsprechender Hörverlust in den Frequenzbereichen 3 und 4 kHz nachgewiesen werden. In den Berufsgruppen 6 (Arbeiter an Slinger und Drehkreuz), 9 (Arbeiter an Kernschießmaschinen) und 10 (Kernmacher) beträgt der Prozentsatz 15 - 19 %.

Die Berufsgruppen 9 sowie 11 und 17 sind einem annähernd gleichen mittleren Lärmpegel von 84 - 86 dB_A ausgesetzt. Der prozentuale Anteil der Arbeiter mit einem Hörverlust von ≥ 40 dB im Frequenzbereich 2 kHz schwankt in den genannten Gruppen zwischen 8,06 und 18,31 Prozent, der Anteil der Arbeiter mit einem Hörverlust von ≥ 40 dB bei 3 kHz und ≥ 50 dB bei 4 kHz beträgt in den gleichen Berufsgruppen 19,9 bis 37,1 Prozent.

Einen annähernd gleichen Lärmpegel von 87 - 89 dB_A weisen die Berufsgruppen 2, 6, 7 und 10 auf. Hier beträgt der Anteil der Arbeiter mit einem Hörverlust von ≥ 40 dB im Frequenzbereich 2 kHz 4,08 bis 16,79 Prozent und im Frequenzbereich 3 kHz (Hörverlust ≥ 40 dB) und 4 kHz (Hörverlust ≥ 50 dB) 18,37 bis 33,21 Prozent.

In den Berufsgruppen 1, 3, 5 und 8 mit einem Lärmpegel von 93 - 95 dB_A weisen 14,09 bis 19,35 Prozent der Untersuchten in der Frequenz 2 kHz einen Hörverlust von ≥ 40 dB auf und 27,65 bis 34,23 Prozent einen Hörverlust von ≥ 40 dB bei 3 kHz und ≥ 50 dB bei 4 kHz auf.

VI. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die subjektiven Angaben der von uns untersuchten 2035 Gießereiarbeiter über ihr Hörvermögen stimmen mit den Mitteilungen einiger anderer Untersucher (DIEROFF⁷, RÜEDI⁴³) weitgehend überein.

109 (= 5,4 %) der befragten Personen gaben an, ständig oder vorübergehend unter Ohrgeräuschen zu leiden, die am häufigsten als ein- oder beidseitiges "Ohrensausen" geschildert wurden.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung empfanden 428 Personen (= 21,2 %) ihr Gehör als nicht mehr normal. Mit zunehmendem Alter steigt der Prozentsatz bis zu 49,4 an (s.S. 21). Dabei geben die 15 - 19-Jährigen an, schlechter zu hören als die Gruppe der 20 - 29-Jährigen. Da diese jüngste Altersgruppe erst während eines relativ kurzen Zeitraums dem Lärm ausgesetzt war, kann das Ergebnis in Anlehnung an DIEROFF⁷ als Ausdruck einer vorübergehenden Hörermüdung angesehen werden, durch die der subjektive Eindruck eines größeren Hörverlustes entsteht.

Die proportional zum Alter zunehmende Angabe einer subjektiven Hörminderung läßt sich jedoch nicht ausschließlich auf chronische Lärmeinwirkung zurückführen, da in den höheren Altersgruppen der Einfluß des physiologischen Altershörverlustes berücksichtigt werden muß. Wir konnten jedoch zeigen, daß die Hörbeschwerden der jüngeren Altersgruppen auf dem Einfluß chronischen Lärms beruhen müssen.

Der Prozentsatz der Personen, die ihr Gehör nicht mehr als normal empfinden, ist deutlich geringer als nach dem audiometrischen Befund zu erwarten wäre. Diese Diskrepanz zeigt sich besonders ausgeprägt in den höheren Altersgruppen. Sie bestätigt die Angaben verschiedener Autoren, daß viele Lärmarbeiter von einem Hörschaden nichts wissen wollen (RODGER⁴¹) und daß trotz teilweise ausgeprägten Hörverlustes

das subjektive Befinden lärmexponierter Personen gut ist RÜEDI⁴³).

Die subjektiven Angaben der untersuchten Personen über den Zeitpunkt, zu dem sich das Nachlassen des Gehörs bemerkbar gemacht hat, lassen eine weitgehende Übereinstimmung erkennen zu der auf audiometrischen Befunden beruhenden Phaseneinteilung des Verlaufs der Lärmschwerhörigkeit von WAGEMANN⁵¹ und DIEROFF⁷ (s.S. 14).

Die mit 15,9 % häufigste Angabe über das Nachlassen des Gehörs bezieht sich auf eine Lärmarbeitsdauer von 14 - 16 Jahren. 59 % der Untersuchten haben nach 1 - 16 Jahren Lärmarbeit eine Hörminderung bemerkt. Diese Angaben entsprechen der meßbaren Progredienz des Hörverlustes bis zum 12. (DIEROFF), bis 20. (WAGEMANN) Lebensjahr, die von den Untersuchten sehr deutlich empfunden wird. Ein Fortschreiten des Hörverlustes nach mehr als 20 Arbeitsjahren im Lärm bemerken - in gewissem Widerspruch zu der von DIEROFF angenommenen "Phase der Sättigung" - immerhin noch 16,3 % der Untersuchten.

Die subjektiven Angaben einer hinsichtlich des Alters und der Art und Dauer der Lärmbelastung parallelisierten Gruppe von 77 Frauen und 77 Männern zeigen völlige Übereinstimmung mit den audiometrischen Meßergebnissen. Sie unterstreichen insofern die auf S. 84 beschriebenen Befunde, die eindeutig auf eine geringere Empfindlichkeit des weiblichen Gehörs gegenüber Lärm hinweisen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Lärmschwerhörigkeit in Abhängigkeit vom Alter zu Beginn der Lärmarbeit bei konstanter Lärmarbeitsdauer zeigen deutlich, daß das Alter bei Eintritt in die Lärmarbeit einen wesentlichen Einfluß auf die Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit ausübt. Der Vergleich der Hörschwellenkurven der einzelnen Altersgruppen, die eine konstante Zeit im Lärm gearbeitet haben, die Arbeit aber in einem unterschiedlichen

Alter aufgenommen haben, läßt erkennen, daß der Hörverlust mit steigendem Eintrittsalter zunimmt.

Die Prüfung der in den einzelnen Altersgruppen unterschiedlichen Hörverluste auf ihre Signifikanz zeigt, daß Arbeiter, die in jungem Alter in den Lärm eingetreten sind, einen signifikant geringeren Hörverlust erleiden als Personen mit höherem Alter bei Arbeitsbeginn.

Aus der Aufteilung der untersuchten Population nach unterschiedlicher Dauer der Lärmarbeit geht hervor, daß bereits nach einer Lärmexpositionszeit von weniger als einem Jahr signifikante Hörverlustunterschiede zwischen einzelnen Altersgruppen vorhanden und - in unterschiedlicher Ausprägung - auch nach mehrjähriger Lärmarbeitsdauer nachweisbar sind (s.S. 25 ff). Die Differenzen sind mit dem höheren Lebensalter zum Untersuchungszeitpunkt nicht erklärbar. Die Hörverlustunterschiede zeigen die Tendenz, sich mit zunehmender Lärmexpositionszeit zu vergrößern. Nach einer Lärmexpositionsdauer von weniger als einem Jahr ist der Hörverlust - z.B. der Arbeitsgruppe 15 bis 24 Jahre - in den Frequenzen 2, 6 und 8 kHz signifikant und in den Frequenzen 3 und 4 kHz sehr signifikant geringer als der Hörverlust der Altersgruppe 35 - 44 Jahre. Nach einer für beide Gruppen gleichen Arbeitsdauer von 4 - 8 Jahren sind die Hörverlustunterschiede zwischen den genannten Altersgruppen bereits höchst signifikant (0,1 %-Niveau).

Diese Zunahme der Hörverlustunterschiede zwischen Gruppen verschiedenen Alters mit zunehmender Lärmexpositionszeit läßt sich bei allen Untersuchten - jedoch in unterschiedlichem Ausmaß - nachweisen.

Auf die ebenfalls erkennbare absolute Zunahme des Hörverlustes mit steigender Lärmarbeitsdauer wird in der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen. Wir verweisen auf die Arbeit von SWOBODA⁴⁷, der dieses Problem an Hand der gleichen Stichprobe behandelt.

Auf Grund der Ergebnisse unserer Untersuchung können wir in Übereinstimmung mit den Angaben von WAGEMANN⁵², SACHER⁴⁵, PELL³⁷ und TAMURA u. KUSHIDA⁴⁸ feststellen, daß sich die Empfindlichkeit des Gehörs gegenüber chronischem Lärm einfluß mit zunehmendem Alter vergrößert. Das Gehör von Arbeitern, die in höherem Alter eine Lärmarbeit beginnen, wird schneller und stärker geschädigt als das von Personen, die in jüngerem Alter die gleiche Arbeit aufnehmen.

Ein Vergleich der Hörverlustunterschiede einzelner Altersgruppen mit den von JATHO u. HECK²² ermittelten Altershörverlust-Schwellenwerten zeigt deutlich, daß die von uns gemessenen Hörverlustunterschiede zwischen einzelnen Altersgruppen im Frequenzbereich 3 - 8 kHz größer sind als der entsprechende Altershörverlust. Diese Differenz zwischen der Standard-Altershörverlustkurve und den Hörverlustkurven der von uns untersuchten Lärmarbeitergruppen weist eindeutig auf eine Lärmschädigung hin und bringt gleichzeitig das teilweise beachtliche Ausmaß des traumatisch bedingten Hörverlustes zum Ausdruck.

In den Frequenzen 0,5 - 2 kHz entsprechen die dargestellten Hörverlustunterschiede aller Altersgruppen weitgehend den durchschnittlichen Altershörverlust-Schwellenwerten, da dieser Frequenzbereich nach Ansicht verschiedener Autoren (s.S. 12) und auf Grund der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit (s.S. 83) von der chronischen Lärmimmission weitgehend unbeeinflußt bleibt.

Ob eine schnellere Hörschädigung bei höherem Alter zu Beginn der Lärmarbeit durch veränderte Eigenschaften des alternden Hörorgans (JATHO u. HECK²²) oder nur durch eine mit zunehmendem Alter "verstärkte Vulnerabilität und schwächere Regenerationsfähigkeit des Gehörs" (WAGEMANN⁵²) bedingt ist, kann durch unsere Untersuchung nicht geklärt werden.

Die Angaben von GHIRLANDA¹⁵, daß jüngere Arbeiter eher zu einer Lärmschwerhörigkeit neigen, können wir nicht bestätigen. Nach TETU et al.⁴⁹ sind Personen, die im Alter von 20 - 25 Jahren die Lärmarbeit aufnehmen, im Hinblick auf eine Lärmschwerhörigkeit am meisten gefährdet. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen lassen im Gegenteil keine untere Altersstufe erkennen, die als besonders empfindlich angesehen werden kann.

Wie aus den Abbildungen 3 - 8 ersichtlich ist, zeigt der Verlauf der Hörschwellenkurven deutlich die Einwirkung chronischen Lärms an.

Nach LEHNHARDT²⁹ ist der Hörverlust nach chronischem Lärm-einfluß auf beiden Ohren symmetrisch ausgeprägt. Die getrennt für rechtes und linkes Ohr dargestellten Hörverlustkurven (s.S. 26 ff) lassen in der Mehrzahl keine Seitenunterschiede zwischen beiden Ohren erkennen. Abweichungen von dem symmetrischen Verlauf können nach DIEROFF⁸ auf eine unterschiedliche Empfindlichkeit beider Ohren oder auf den Standort des Arbeiters zur Lärmquelle zurückgeführt werden. Die zweite Erklärung halten wir für wahrscheinlicher; die meisten Arbeiter wenden als Rechtshänder das linke Ohr mehr oder weniger zur Schallquelle, so daß es dem Primärlärm stärker exponiert ist als das rechte.

Die nach Angaben von verschiedenen Autoren (s.S. 12 ff) für eine Lärmschwerhörigkeit charakteristische Hörsenke bei 4 kHz ist in einzelnen Untersuchungsgruppen nachweisbar. Weitaus häufiger fanden wir jedoch das Maximum des Hörverlustes bei 6 kHz. In anderen Fällen ist eine verbreiterte Senke vorhanden, die die Frequenzen 4 und 6 kHz umfassen. Auch LEHNHARDT²⁹ stellte bei audiometrischen Untersuchungen in der eisenverarbeitenden Industrie lärmbedingte Hörsenken häufiger bei 6 als bei 4 kHz fest.

Die Hörschwellenkurven der untersuchten Gießereiarbeiter zeigen in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz bereits einen Hörverlust zwischen 15 und 25 dB. Bei Beurteilung der dargestellten Hörschwellenkurven muß jedoch berücksichtigt werden, daß für die audiometrischen Untersuchungen keine hinreichend störschallgeschützten Räume zur Verfügung standen. Im Untersuchungsraum herrschte ein Störpegel von durchschnittlich 43 dB_A und 61 dB_{lin}. DIEROFF⁷ hat bereits darauf hingewiesen, daß Hörverluste in den tiefen Frequenzen durch Verdeckung der Prüftöne durch das Raumgeräusch hervorgerufen werden können. Wir folgern daraus, daß eine im Audiogramm erkennbare Schwerhörigkeit in den tiefen Frequenzen weder als Ausdruck einer beginnenden Lärmschwerhörigkeit noch als Hinweis auf die Ausdehnung des Hörverlustes zu den unteren Frequenzen angesehen werden kann. Ein Tiefton-Hörverlust läßt sich nur unter raumakustisch einwandfreien Prüfbedingungen verifizieren.

Nach dem Vorschlag von DIEROFF⁷, PELL³⁷ und COX⁴ können bei audiometrischen Reihenuntersuchungen, die nicht in schallgedämpften Räumen durchgeführt werden, Hörverluste bis zu 20 dB als normal angesehen werden. DIEROFF wies außerdem in audiometrischen Nachuntersuchungen eine deutliche Verbesserung des Gehörs der Probanden in den tiefen Frequenzen (bis 15 dB) gegenüber der ersten Untersuchung nach, die er allerdings auf die Übung im Prüfverfahren zurückführte.

Ausgehend von den Angaben der genannten Autoren, die auch für die von uns durchgeführten audiometrischen Untersuchungen zutreffen, sind wir der Ansicht, daß Hörverluste in den Frequenzen bis 1, unter sehr ungünstigen raumakustischen Bedingungen sogar bis 2 kHz nicht unbedingt als Ausdruck einer Lärmschwerhörigkeit angesehen werden müssen, es sei denn, die Hörschwellenkurve sinkt in den unteren Frequenzen bereits deutlich ab. Daher sind erkennbare

Hörverlustunterschiede in den Frequenzen 0,5, 1 und 2 kHz auch dann nicht als tatsächliche Unterschiede zu werten, wenn sie statistisch signifikant scheinen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die geschlechtsabhängige Lärmempfindlichkeit zeigen eindeutig, daß das Gehör weiblicher und männlicher Personen durch Lärmeinwirkung unterschiedlich beeinflußt wird.

Der Vergleich einer Gruppe weiblicher mit einer gleich großen Gruppe männlicher Gießereiarbeiter, die hinsichtlich Art und Dauer der Lärmeinwirkung gleichen Bedingungen ausgesetzt war, zeigt, daß der Hörverlust der Frauen höchst signifikant (0,1 %-Niveau) geringer ist als der der Männer.

Auf die Übereinstimmung der subjektiven Angaben der Untersuchten über ihr Hörvermögen mit dem objektiven Befund wurde bereits hingewiesen (s.S. 79).

Unsere Ergebnisse bestätigen die Annahme zahlreicher Autoren, die auf Grund eigener Untersuchungen bei Frauen eine größere Lärmfestigkeit als bei Männern vermutet haben (DIEROFF ⁶, KYLIN ²⁴, FLODGRÉN u. KYLIN ¹⁴, FEISER et al. ¹² und JANKOWSKI ²¹).

JATHO u. HECK ²² meinen, daß Hörverlustunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Lärmarbeitern, besonders auch in höherem Alter, durch eine geringere Lärmbelastung im täglichen Leben bedingt sind. Diese Ansicht kann durch die Ergebnisse unserer Untersuchung widerlegt werden, die eindeutig darauf hinweisen, daß das weibliche Gehör selbst bei gleicher Lärmbelastung eine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber schädigendem Lärm als das der Männer aufweist. DIEROFF ⁷ vermutet eine größere Lärmfestigkeit der Frauen auch als Ursache ihres geringeren Altershörverlustes.

Die Angabe von PELL u. DICKERSON ³⁸, daß eine mehrjährige Lärmbelastung von 85 - 90 dB keinen schädigenden Einfluß auf das weibliche Gehör hat, wird durch unsere Untersuchungen jedoch widerlegt.

Wie aus der Abbildung 13 hervorgeht, zeigt der Verlauf der Hörschwellenkurven der vergleichbaren männlichen und weiblichen Gruppe eine unterschiedliche Lage der Hörsenke. Während diese bei den Männern mit rechts 38 dB und links 37 dB bei 4 kHz erkennbar ist, liegt der maximale Hörverlust der Frauen mit 24 dB bei 6 kHz. Unsere Untersuchung bezieht sich auf eine männliche und weibliche Gruppe, die hinsichtlich Anzahl, Alter, Lärmarbeitsdauer und Gesamtintensität mit $\pm 5\%$ Abweichung parallelisiert wurde. Darüber hinaus zeigt das Oktavspektrum des Lärms, dem Männer und Frauen ausgesetzt waren, weitgehende Übereinstimmung (s. Abb. 12). Ein Einfluß dieser Faktoren auf die Ausbildung einer unterschiedlichen Hörsenken-Lokalisation muß daher ausgeschlossen werden. Unseres Erachtens könnte aber eine für Männer und Frauen nicht ganz gleiche Genese der Hörsenke nach Lärmeinfluß für die aufgezeigten Abweichungen verantwortlich sein, ohne daß wir allerdings für die Hypothese in der uns zugänglichen Literatur eine Erklärung gefunden haben.

Den Angaben verschiedener Autoren (LEHNHARDT³⁰, RÜEDI u. FURRER⁴⁴), daß die c^5 -Senke als Charakteristikum des akustischen Hörschadens angesehen werden darf, können wir mithin in solcher Ausschließlichkeit nicht zustimmen. Die von uns festgestellten Geschlechtsdifferenzen in der Ausprägung der lärmbedingten Hörsenke lassen sich aus der Literatur weder bestätigen noch anzweifeln, da dieses Problem von anderer Seite offenbar noch nicht bearbeitet worden ist. Die endgültige Klärung bedarf weiterer Untersuchungen.

Die Diskussion der Ergebnisse der dritten Fragestellung soll anhand der Signifikanzprüfung der Hörverlustunterschiede zwischen den einzelnen Berufsgruppen erfolgen (s. Anhang).

Bei der Beurteilung der dargestellten Hörschwellenkurven muß wiederum beachtet werden, daß die audiometrischen Untersuchungen in nicht schallgedämmten Räumen durchgeführt wurden. Der schon erwähnte Einfluß eines höheren Störpegels im Untersuchungsraum auf das Audiogramm muß auch hier berücksichtigt werden.

Der Vergleich der Hörschwellenkurven der einzelnen Berufsgruppen mit der zugehörigen Lärmanalyse und die Prüfung der Hörverlustunterschiede auf ihre Signifikanz zeigen:

1. Berufsgruppen, die im Audiogramm bedeutsame Unterschiede aufweisen, waren weitgehend gleichem Lärm - sowohl hinsichtlich der Gesamtintensität als auch des Frequenzspektrums - ausgesetzt.

2. Berufsgruppen mit nicht signifikantem Hörverlustunterschied waren unterschiedlichen Lärmqualitäten exponiert. Hierzu einige Beispiele:

Aus der Signifikanzberechnung der unterschiedlichen Hörverluste geht hervor, daß die Berufsgruppe 1 (Gußputzer) einen signifikant größeren Hörverlust aufweist als die Berufsgruppen 6 (Former - Arbeiter an Slinger und Drehkreuz), 9 (Arbeiter an Kernschießmaschinen) und 16 (Arbeiter im Allgemeinbetrieb).

Ein Vergleich der entsprechenden Lärmanalysen zeigt folgendes Ergebnis: Mittlerer Gesamtlärmpegel der Berufsgruppe 1: 93 dB_A , 95 dB_B und 98 dB_{lin} . Die entsprechenden Werte der Gruppe 6: 88 dB_A , 93 dB_B , 98 dB_{lin} ; der Gruppe 9: 85 dB_A , 91 dB_B , 94 dB_{lin} ; der Berufsgruppe 16: 86 dB_A , 89 dB_B und 94 dB_{lin} . Die Oktavband-Analyse des Lärms in der Gußputzerei zeigt ein Breitbandgeräusch mit einem Gipfel bei 1 und 2 kHz mit 88 dB. Die Lärmanalysen der vergleichbaren Berufsgruppen geben folgende Werte: Berufsgruppe 6: Intensitätsspitze bei 500 Hz mit 92 dB; Berufsgruppe 9: In der Frequenz 1 kHz Intensität

von 86 dB, in den übrigen Oktaven Lärmintensität von 80 - 85 dB; Berufsgruppe 16: Breitbandgeräusch mit einer Intensität von 83 dB in den Frequenzen bis 500 Hz, mit zunehmender Frequenz kontinuierliche Intensitätsminderung.

Die Signifikanzprüfung zeigt weiterhin zwischen der Berufsgruppe 1 (Gußputzer) und den Berufsgruppen 10 (Kernmacher), 11 (Sandaufbereiter) und 14 (Schmelzereiarbeiter) keine signifikanten Hörverlustunterschiede.

Die Lärmanalysen der genannten Gruppen aber ergeben folgende Werte: Mittlerer Gesamtlärmpegel der Berufsgruppe 10: 87 dB_A, 90 dB_B, 94 dB_{lin}; der Gruppe 11: 86 dB_A, 91 dB_B, 94 dB_{lin} und der Berufsgruppe 14: 84 dB_A, 87 dB_B und 93 dB_{lin}.

Die Oktavbandanalyse des Lärms in der Kernmacherei zeigt ein Breitbandgeräusch mit einer Intensität von 85 dB ohne erkennbare Geräuschspitze, in der Sandaufbereitung ein Geräusch mit gering ausgeprägtem Maximum bei 125 und 250 Hz mit 88 dB, in der Schmelzerei ein Geräusch mit einem Intensitätsmaximum bei 125 Hz mit 85 dB und mit zunehmender Frequenz sich verringerndem Schalldruck.

Aus diesen Ergebnissen unserer Untersuchung läßt sich mithin eine Abhängigkeit des lärmbedingten Hörverlustes vom Frequenzspektrum des einwirkenden Lärms nicht ableiten.

Die Befunde verschiedener Autoren (DIEROFF⁷, LEHNHARDT²⁹ und KYLIN²⁴), daß einzelne Frequenzbereiche hinsichtlich ihrer schädigenden Wirkung auf das Hörorgan unterschiedlich zu beurteilen sind, können wir auf Grund unserer Untersuchung nicht bestätigen. Die von uns erstellten Frequenzanalysen zeigen in der Mehrzahl Geräuschspektren, deren größter Energieanteil von Tönen niederer Frequenz bestritten wird. Wir können daher keine Aussage darüber machen, ob die Annahme von WAGEMANN⁵², RÜEDI⁴³ und v. DISHOECK¹⁰ zutrifft, daß dem Frequenzbereich oberhalb

2 kHz die größte traumatisierende Wirkung auf das Gehör zukommt.

Die Abweichungen unserer Ergebnisse von den Befunden anderer Autoren können allerdings auf unvermeidbaren Ungenauigkeiten in der Stichprobenerhebung und der Versuchsplanung beruhen.

Die Untersuchung der Abhängigkeit einer lärmbedingten Schwerhörigkeit von der Beschaffenheit des Lärms wurde an der gesamten Population von 2035 Personen durchgeführt. Innerhalb der miteinander verglichenen Berufsgruppen mußten das Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung und bei Eintritt in die Lärmarbeit sowie die Dauer der Lärmexposition unberücksichtigt bleiben - Parameter, die nach Ansicht zahlreicher Autoren wie auch nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit das Ausmaß einer Lärmschwerhörigkeit beeinflussen. Eine Parallelisierung der Berufsgruppen hinsichtlich Alter und Lärmarbeitsdauer hätte in den einzelnen Gruppen eine für die statistische Auswertung der Daten zu geringe Anzahl von Personen ergeben.

Auf Grund unserer Befunde halten wir es gleichwohl für notwendig, die Auswirkung einer unterschiedlichen Lärm-beschaffenheit auf Art und Grad des Lärmhörschadens an einer hinsichtlich der oben angeführten Faktoren parallelisierten Stichprobe durchzuführen. Denn daß eine Beeinflussung stattfindet, wird schon durch den großen Streuungsbereich der Hörverluste der Berufsgruppen in den einzelnen Frequenzen unserer Untersuchung deutlich. Mit großer Wahrscheinlichkeit läßt sich dadurch die sonst schwer verständliche Beobachtung erklären, daß einerseits Hörverlustunterschiede zwischen Berufsgruppen vorliegen, die annähernd gleichem Lärm ausgesetzt waren, und daß andererseits kein Hörverlustunterschied zwischen Berufsgruppen erkennbar ist, die in unterschiedlichem Lärm arbeiteten.

Die von uns durchgeführten Oktavband-Analysen lassen keine Übereinstimmung mit den Analysen anderer Untersuchungen in der metallverarbeitenden Industrie erkennen. Außerdem zeigen sie eine deutliche Diskrepanz zu dem während der Untersuchung gewonnenen Höreindruck.

Die Meßwerte geben den an dem entsprechenden Arbeitsplatz herrschenden Lärm für einen Zeitraum von wenigen Minuten und für einen bestimmten Arbeitsgang wieder. Lärmunterschiede durch Produktionswechsel konnten daher nicht erfaßt werden. Vor allem aber mußten Arbeitsplatzwechsel, die eine Änderung der quantitativen und qualitativen Lärmimmission bedingten und in den von uns untersuchten Betrieben sehr häufig vorkamen, unberücksichtigt bleiben, ebenso unvorhergesehene Pausen während der Arbeitsschicht durch Veränderung und Reparaturen an den Maschinen.

Da ein automatischer Schallpegelschreiber nicht zur Verfügung stand, mußten die in den einzelnen Oktavbändern gemessenen Werte von der Anzeigeskala unseres Schallpegelmessers abgelesen werden. Durch diese Meßmethode ist die Genauigkeit der Lärmanalyse verständlicherweise eingeschränkt. Dies gilt übrigens in gleicher Weise für die Lärmmessungen durch die Technischen Aufsichtsdienste der Gesetzlichen Unfallversicherungen, die ebenfalls meist nur manuell-visuell vorgenommen werden. Wir haben sogar durch die große Zahl sequentieller Lärmmessungen an benachbarten Arbeitsplätzen längere Zeitabschnitte erfaßt, als sie den Analysen der Technischen Aufsichtsdienste in der Regel zugrundeliegen. Für die Erhebung eines genauen Lärmspektrogramms in metallverarbeitenden Betrieben halten wir jedoch aufgrund unserer Erfahrungen die Verwendung eines Schallpegelschreibers für erforderlich. Der Lärm in diesem Industriezweig ist durch ständige und starke Intensitätsschwankungen gekennzeichnet, die durch das Ablesen von einer Skala nicht genau erfaßt werden können.

Der von uns verwendete Schallpegelmesser eignet sich für eine orientierende Übersichtsmessung. Für die Klärung von Problemen, die eine genaue Lärmanalyse erfordern, ist er nur bedingt brauchbar.

Die Ungenauigkeiten der Lärmmessung sind - ebenso wie der oben dargestellte Stichprobenfehler - in unser Ergebnis eingegangen.

Eine lärmbedingte Schwerhörigkeit läßt sich allerdings bei allen Berufsgruppen - unabhängig von der Frequenzzusammensetzung des Lärms - feststellen. Die Gesamtintensität des Lärms betrug für alle Berufsgruppen in der dB_A -Bewertung 84 bis 95 dB, in der dB_B -Bewertung 87 bis 96 dB und unbewertet 91 bis 100 dB. Die Lärmintensitätswerte liegen somit für alle Berufsgruppen inner- oder oberhalb des Intensitätsbereiches von 80 bis 90 dB, der nach übereinstimmender Meinung vieler Autoren (WAGEMANN ⁵⁰, v.DISHOECK ¹⁰, ROSENBLITH ⁴², NEUBERGER ³⁵ u.a.) einen irreversiblen Hörschaden hervorruft. Dies können wir aufgrund des Verlaufs der mittleren Hörschwellenkurven aller Berufsgruppen bestätigen: Sie zeigen stets eine erkennbare, jedoch unterschiedlich ausgeprägte Hörsenke in den Frequenzen 4 kHz, 6 kHz oder 4 bis 6 kHz.

Wie bereits erwähnt, lassen sich in den vorliegenden Untersuchungen signifikante bzw. nicht signifikante Hörverlustunterschiede nicht mit unterschiedlicher bzw. übereinstimmender Lärmintensität korrelieren.

Die Untersuchung über den Anteil derjenigen Arbeiter einer Berufsgruppe, die einen Hörverlust in den für die lautsprachliche Kommunikation maßgeblichen Frequenzen aufweisen, zeigt deutlich, daß ein beachtlicher Prozentsatz der in Gießereibetrieben Beschäftigten eine beginnende bzw. bereits vorhandene Lärmschwerhörigkeit aufweist.

Der Prozentsatz der Untersuchten einer jeden Berufsgruppe mit einem Hörverlust von ≥ 40 dB bei 2 kHz liegt zwischen

4,08 und 19,35, während 18,37 bis 37,10 % der Untersuchten derselben Berufsgruppen bei 3 kHz $\geq$ 40 dB und bei 4 kHz $\geq$ 50 dB Hörverlust erlitten haben.

Die zwischen einzelnen Berufsgruppen erkennbaren Schwankungen hinsichtlich der Anzahl der Arbeiter mit Lärmschwerhörigkeit stehen nicht direkt mit der Höhe des mittleren Schallpegels in Zusammenhang, dem die entsprechende Berufsgruppe ausgesetzt war. Es ist jedoch eine deutliche Tendenz beobachtbar, daß mit zunehmendem Schallpegel der prozentuale Anteil der Arbeiter jeder Berufsgruppe mit einem relevanten Lärmhörschaden ansteigt.

Die Frage, ob eine der untersuchten Berufsgruppen mehr oder weniger lärmgefährdet ist, wäre nur dann schlüssig zu beantworten, wenn die Gruppen hinsichtlich aller eine Lärmschwerhörigkeit beeinflussenden Faktoren parallelisiert sind, so daß als einzige unabhängige Variable die Berufszugehörigkeit bliebe. Aus unserer Kenntnis der Produktionsbedingungen in Gießereibetrieben halten wir es aber für unwahrscheinlich, daß diese Voraussetzungen überhaupt erfüllbar sind.

Letztlich waren unsere Untersuchungen auf die Prophylaxe der Lärmschwerhörigkeit ausgerichtet. Sie zeigen, daß Gießereibetriebe den lärmintensiven Industriezweigen zugerechnet werden müssen, in denen allen Beschäftigten eine Innenohrschädigung droht, und zwar ohne Unterschied der Berufsgruppe und - dies scheint uns das wichtigste Ergebnis zu sein - bei gemessenen Dauerschallpegeln im Bereich unter 90 dB_A.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird die Frage nach der Wirkung chronischen Lärms auf das menschliche Gehör gestellt.

Dabei werden bisherige Untersuchungen und deren Ergebnisse zu diesem Problem diskutiert und eigene Untersuchungen an Lärmexponierten Gießereiarbeitern dargestellt, die die Hörschädigung durch chronischen Lärm in Abhängigkeit von 3 spezifischen Faktoren klären sollen:

1. die Lärmschwerhörigkeit in Abhängigkeit vom Alter bei Beginn der Lärmarbeit,
2. die geschlechtsunterschiedliche Lärmempfindlichkeit der Innenohren,
3. der Einfluß der Lärmintensität und des Frequenzspektrums auf die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit.

Unsere Stichprobe umfaßte insgesamt 2035 Personen, davon waren 1952 männlich und 83 weiblich. Ihr Alter streute zwischen 15 und 65 Jahren.

Der Ablauf der Untersuchung umfaßte eine Befragung an Hand eines Untersuchungsbogens, einen Gehörgang- und Trommelfellbefund, eine audiometrische Untersuchung und die Lärmbestimmung am Arbeitsplatz.

Die statistische Auswertung der Datenerhebung erbrachte folgende Ergebnisse in Bezug auf unsere drei Fragenkomplexe:

1. Der Vergleich der Hörschwellenkurven einzelner Altersgruppen, die eine konstante Zeit im Lärm gearbeitet, die Arbeit aber in einem unterschiedlichen Alter aufgenommen haben, zeigt, daß der Hörverlust mit steigendem Eintrittsalter signifikant zunimmt; d.h. daß sich die Empfindlichkeit des Gehörs gegenüber chronischem Lärmeinfluß mit zunehmendem Alter vergrößert.

Darüber hinaus erwies sich, daß das Gehör von Arbeitern, die in höherem Alter eine Arbeit im Lärm beginnen, auch in einem kürzeren Zeitraum geschädigt wird als das Gehör von Personen, die in jüngerem Alter die gleiche Arbeit aufnehmen.

2. Die Ergebnisse unserer Untersuchung über die geschlechtsabhängige Lärmempfindlichkeit weisen eindeutig darauf hin, daß das Gehör weiblicher und männlicher Personen durch Lärmeinwirkung unterschiedlich beeinflusst wird. Der Vergleich einer männlichen mit einer weiblichen Gruppe von Gießereiarbeitern, die hinsichtlich Anzahl, Alter, Lärmarbeitsdauer, Intensität und Frequenzzusammensetzung des Lärms parallelisiert wurde, ergab, daß der Hörverlust der Frauen höchst signifikant geringer ist als der der Männer.
3. Von den Ergebnissen zu unserer 3. Fragestellung ließ sich keine signifikante Abhängigkeit eines lärmbedingten Hörverlustes von der am Arbeitsplatz gemessenen Intensität und dem Frequenzspektrum des einwirkenden Lärms ableiten. Dieser Befund wurde jedoch weitgehend auf unvermeidbare Ungenauigkeiten in der Stichproben-erhebung und den Versuchsbedingungen zurückgeführt; er ließ daher keine weiteren Schlußfolgerungen zu. Es wurde deutlich gemacht, daß bei derart detaillierten Fragestellungen die Notwendigkeit besteht, nur eine Bedingung zu variieren - hier Intensitäts- bzw. Frequenzunterschiede - und die anderen entscheidenden Faktoren wie Lärmarbeitsdauer, Alter, Geschlecht konstant zu halten.
Bei der Klärung der ersten beiden Fragestellungen wurde dieses Kriterium berücksichtigt. Dadurch und durch die sehr umfangreiche Stichprobe erhalten diese Ergebnisse eine hohe Validität.

18,37 - 37,10 Prozent der Untersuchten aus allen Gießerei-Berufsgruppen litten an einem Hörverlust von ≥ 40 dB in der Frequenz 3 kHz und von ≥ 50 dB in der Frequenz 4 kHz, was eine beginnende Beeinträchtigung des Sprachverständnisses bedeutet. Bei 4,08 - 19,35 Prozent betrug der Hörverlust bereits in der Frequenz 2 kHz ≥ 40 dB. Das entspricht einer mindestens geringgradigen Schwerhörigkeit und damit einer Minderung der Erwerbsfähigkeit auf dem allgemeinen Arbeitsfeld von 20 v.H. und mehr. Eisengießereien gehören demnach zu den Lärmbetrieben, deren Beschäftigte mit einer berufsbedingten Innenohrschwerhörigkeit rechnen müssen.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. BOTSFORD, J.H. Prevalence of impaired hearing
and sound levels at work.
J.Acoust.Soc.Amer. 45 (1969), 79
2. BUNCH, C.C. zit. nach NEUBERGER, F.:
Lärmschwerhörigkeit
Hdb.ges.Arbeitsmed. Bd II(1961),596
3. CIOCCO, A. zit. nach NEUBERGER, F.:
Lärmschwerhörigkeit
Hdb.ges.Arbeitsmed. Bd II(1961),596
4. COX, J.R. zit. nach LEHNHARDT, E.: Die
Berufsschäden des Ohres
Arch.f.Ohren 185 (1965), 103
5. DICKSON, E.D. Injuries to the ears in industry
Medical Press 6009 (1954), 10
6. DIEROFF, H.G. Zur geschlechtsunterschiedlichen
Lärmfestigkeit
Arch.Ohr.-Nas.-u-Kehlk.hk. 177
(1961), 282
7. DIEROFF, H.G. Die Lärmschwerhörigkeit in der
Industrie
Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1963
8. DIEROFF, H.G. Hörschäden durch Industrielärm
Z.f.Arbeitsmedizin, Sozialmedizin,
Arbeitshygiene 7 (1967), 256
9. DIEROFF, H.G. Zur Frage der lärmbedingten Vesti-
& SCHOLTZ, H.J. bularisschäden bei begutachteten
Lärmarbeitern
Z.Laryng.Rhinol. 10 (1967), 746
10. Van DISHOECK, H.A.E. Lärmtaubheit, zit.nach Zbl.
HNO-Heilkunde 51 (1955), 130
11. van DISHOECK, H.A.E. Auditory fatigue and occupational
& SPOOR, A. deafness
Laryngoscope 68 (1958), 645
12. FEISER, W., Lärmmessungen und audiometrische
HAUF, R., HEUFT, U. Untersuchungen in der Holzverar-
beidenden Industrie
Arbeitsmed., Sozialmed., Arbeits-
hygiene 3 (1968), 38

13. FLETCHER, J.L.
& LOEB, M. Changes in the hearing of personnel
 exposed to high intensity continous
 noise
 Military Med. 128 (1963), 1137
 zit.nach Zbl. HNO-Heilkunde 81
 (1964), 90
14. FLODGREN, E.
 & KYLIN, B. Sex differences in hearing in
 relation to noise exposure
 Acta oto-laryng(Stockh.)52(1960),358
15. GHIRLANDA, M. La sordita professionale negli
 operai dell'industria tessile
 Otol.ecc.ital. 21 (1953), 374
 zit.nach Zbl. HNO-Heilkunde 50
 (1954), 396
16. GLORIG, A. The effects of noise on hearing
 J.Laryng. 75 (1961), 447
17. GLORIG, A. et al. 1954 Wisconsin State Fair hearing
 survey
 Subcommittee on Noise, Los Angeles
 (1957)
 zit.nach WARD et al.: Susceptibility
 and Sex
 J.acoust.Soc.Amer. 31 (1959), 1138
18. GLORIG, A.
 & NIXON, J. Distribution of hearing loss
 in various populations
 Amer.Otol. 69 (1960), 497
19. GOLDNER, A.I. Deafness in shipyard workers.
 Critical evaluation of findings
 in 600 cases and diagnoses of
 occupational deafness
 Arch.of Otolaryng. 57 (1953), 287
20. GRECO, A.S. Considerazioni cliniche sugli
 acufeni nella sordita professionale
 Riv.Audiol.prat. 8, Nr. 4-6
 (1958), 185
 zit.nach Zbl.Hals-,Nas.-und Ohren-
 heilkunde 63 (1959), 269
21. JANKOWSKI, W. Impairment of hearing in the
 workers of the cotton industry
 Otolaryngol. 6 (1952), 111
22. JATHO, K.
 & HECK, K.H. Schwellenaudiometrische Untersu-
 chungen über die Progredienz und
 Charakteristik der Altersschwerhörig-
 keit in verschiedenen Lebensab-
 schnitten
 Z.Laryng.Rhinol. 38 (1959), 72

23. KEATINGE, G.F. & LANER, S. Some notes on the effects of excessive noise on the hearing of a group of workers
Brit.J.industr.Med. 15 (1958), 273
24. KYLIN, B. Temporary threshold shift and auditory trauma following exposure to steady-state noise
Acta oto-laryng. (Stockh.) Suppl.152 (1960)
25. LEHMANN, G. Der Kampf gegen den Lärm
Dtsch.med.Wschr. 82 (1957), 465
26. LEHNHARDT, E. Lärmschwerhörigkeit und akutes Schalltrauma
HNO 10 (1963), 273
27. LEHMANN, G. Lärm als Noxe
Therapie der Gegenwart 103 (1964), 625
28. LEHNHARDT, E. Zur Beurteilung gehörschädigender Industrier Geräusche
HNO 10 (1962), 205
29. LEHNHARDT, E. Die Berufsschäden des Ohres
Arch.Ohr.-, Nas.-u.Kehlk.hk. 185 (1965), 71
30. LEHNHARDT, E. Die c⁵-Senke; ihre Deutung auf Grund allgemeingültiger physiologischer Vorstellungen
HNO 183 (1966), 1
32. LÜPKE von, A. Lärmschäden und Lärmschutz
J.of audiological technique 6 (1967), 136
33. MEHMKE, S. Die Lärmschwerhörigkeit und Lärmtaubheit
Med.Welt 27 (1967), 1595
34. MILOJEVIC, B. Occupational deafness
Arh.Hig.Rad.(Zagreb) 5 (1954), 77
zit.nach Zbl.HNO-Heilkunde 51 (1954/55), 51
35. NEUBERGER, F. Lärmschwerhörigkeit und Lärmschutz
zit.nach Zbl.HNO-Heilkunde 56 (1956/57), 363
36. NEUBERGER, F. Lärmschwerhörigkeit
Hdb.d.ges.Arbeitsmedizin
Bd II (1961), 596

37. PELL, S. The relation of occupational noise exposure to loss of hearing acuity
A.M.A. Arch.Otolaryng. 66 (1957), 79
38. PELL, S. Changes in hearing acuity of noise-
& DICKERSON, T.H. exposed women
A.M.A.Arch.of Otolaryngol. 83
(1966), 207
39. PRESSEL, G. Hörschäden durch Lärm bei Ladearbeiten
& FREUDENSTEIN, W. eines großen zivilen Flughafens
Int.Arch.Arbeitsmed. 26 (1970), 231
40. PRVANOV, I. zit.nach Zbl.HNO-Heilk. 92
(1966/67), 447
41. RODGER, T.R. Noise deafness
zit.nach RÜEDI, L.: Die Schallschädigungen des Ohres
Doc.Geigy, Mensch und Umwelt Nr. 2
(1957)
42. ROSENBLITH, W.A. Establishment of criteria based
on the concept of noise exposure
Laryngoscope 68 (1958), 497
43. RÜEDI, L. Die Schallschädigungen des Ohres
Doc.Geigy, Mensch und Umwelt Nr. 2
(1957)
44. RÜELI, L. Das akustische Trauma
& FURRER, W. Basel, S.Karger (1947)
45. SACHER, A. Beitrag zur Lehre der professionellen
Schwerhörigkeit: Die Taubheit der
Kesselschmiede
Mschr.Öhrenhk. 61 (1927), 357
46. SIIRALA, U. Proposed legislation for noise
control in Finland
Acta otolaryng.,Stockh. Suppl. 95
(1951)
47. SWOBODA, H. Inaug.-Diss. Med. Marburg
in Arbeit
48. TAMURA, H. Lebensalter der Lärmarbeiter
& KUSHIDA, H. und professionelle Schwerhörigkeit
Mschr.Öhrenhk. 94 (1960), 347

49. TETU, I. et al. Contributions to sonorous trauma within uproarious industries
Oto-Rino-Laring.(Bucaresti) 1
(1956), 3
zit.nach Zbl.HNO-Heilk. 57 (1957),
306
50. WAGEMANN, W. Audiologische Begutachtung des
Schalltraumas
HNO-Wegweiser 6 (1956), 59
51. WAGEMANN, W. Des facteurs individuels du
traumatismes sonore d'origine
professionnelle
Acta oto-rhino-belg. 16 (1962), 360,
zit.nach Zbl.HNO-Heilk. 79
(1963/64), 311
52. WAGEMANN, W. Die Wirkung des Lärms auf das
Hörorgan
Hippokrates 37 (1966), 138
53. WARD, W.D., Susceptibility and sex
GLORIG, A. J.acoust.Soc.Amer. 31 (1959),
& SKLAR, D.L. 1138
54. WARYKOWICZ, T. zit.nach Zbl.HNO-Heilk. 92
& SZCZOTKA, H. (1966/67), 292
55. WOLFF, G. Über Lärmbewertung am Arbeitsplatz
im Hinblick auf Gehörschäden
Zbl.f.Arbeitsmed. u.Arbeitsschutz
17 (1967), 349

IX ANHANG

1. Ergebnisse der Signifikanzprüfung der
 1. Fragestellung
2. Ergebnisse der Signifikanzprüfung der
 3. Fragestellung
3. Untersuchungsbogen

Verglichene Altersgruppen		Frequenz/kHz	Signifikanz	
15 - 24	← mit	25 - 34	2	x
15 - 24	← "	25 - 34	3	x
15 - 24	← "	25 - 34	4	xx
15 - 24	← "	25 - 34	6	x
15 - 24	← "	35 - 44	2	x
15 - 24	← "	35 - 44	3	xx
15 - 24	← "	35 - 44	4	xx
15 - 24	← "	35 - 44	6	x
15 - 24	← "	35 - 44	8	x
15 - 24	← "	45 - 54	4	x
15 - 24	← "	45 - 54	6	x
25 - 34	← "	45 - 54	8	x

Tab.: 1

Signifikante Unterschiede im Hörverlust zwischen den einzelnen Altersgruppen bei konstanter Lärmarbeitsdauer von < 1 Jahr

x Signifikanz auf dem 5 %-Niveau
 xx Signifikanz auf dem 1 %-Niveau
 xxx Signifikanz auf dem 0,1 %-Niveau

(Die Pfeile kennzeichnen die Altersgruppe mit dem geringeren Hörverlust)

Nicht signifikante Hörverlustunterschiede sind in der Tabelle nicht aufgeführt.

Verglichene Altersgruppen		Frequenz/kHz	Signifikanz	
< 15	← mit	25 - 34	1	x
< 15	← "	25 - 34	4	x
< 15	← "	25 - 34	6	x
< 15	← "	35 - 44	4	x
< 15	← "	45 - 54	4	xx
< 15	← "	45 - 54	6	xx
< 15	← "	45 - 54	8	x
15 - 24	← "	25 - 34	0,5	x
15 - 24	← "	25 - 34	1	x
15 - 24	← "	25 - 34	2	xxx
15 - 24	← "	25 - 34	3	xxx
15 - 24	← "	25 - 34	4	xxx
15 - 24	← "	25 - 34	6	xx
15 - 24	← "	25 - 34	8	x
15 - 24	← "	35 - 44	2	x
15 - 24	← "	35 - 44	3	xx
15 - 24	← "	35 - 44	4	xxx
15 - 24	← "	35 - 44	6	x
15 - 24	← "	35 - 44	8	x
15 - 24	← "	45 - 54	3	xx
15 - 24	← "	45 - 54	4	xxx
15 - 24	← "	45 - 54	6	xxx
15 - 24	← "	45 - 54	8	x
25 - 34	← "	45 - 54	6	xxx
35 - 44	← "	45 - 54	6	x
35 - 44	← "	45 - 54	8	x

Tab.: 2

x Signifikanz auf dem 5 %-Niveau
 xx " " " 1 %-Niveau
 xxx " " " 0,1 %-Niveau

Signifikante Unterschiede im Hörverlust zwischen den einzelnen Altersgruppen bei konstanter Lärmarbeitsdauer von 1 - 3 Jahren.

(Die Pfeile kennzeichnen die Altersgruppe mit dem geringeren Hörverlust)

Nicht signifikante Hörverlustunterschiede sind in der Tabelle nicht aufgeführt.

Verglichene Altersgruppen		Frequenz/knz	Signifikanz	
15 - 24	mit	25 - 34	0,5	x
15 - 24	← "	25 - 34	1	xx
15 - 24	← "	25 - 34	2	xx
15 - 24	← "	25 - 34	3	xxx
15 - 24	← "	25 - 34	4	x
15 - 24	← "	25 - 34	6	x
15 - 24	← "	25 - 34	8	xx
15 - 24	← "	35 - 44	0,5	xxx
15 - 24	← "	35 - 44	1	xxx
15 - 24	← "	35 - 44	2	xxx
15 - 24	← "	35 - 44	3	xxx
15 - 24	← "	35 - 44	4	xxx
15 - 24	← "	35 - 44	6	xxx
15 - 24	← "	35 - 44	8	xxx
15 - 24	← "	45 - 54	0,5	xx
15 - 24	← "	45 - 54	1	xx
15 - 24	← "	45 - 54	2	xxx
15 - 24	← "	45 - 54	3	xxx
15 - 24	← "	45 - 54	4	xx
15 - 24	← "	45 - 54	6	xxx
15 - 24	← "	45 - 54	8	xxx
15 - 34	← "	45 - 54	1	xx
25 - 34	← "	45 - 54	2	xx
25 - 34	← "	45 - 54	3	x
25 - 34	← "	45 - 54	6	x
25 - 34	← "	45 - 54	8	x
35 - 44	← "	45 - 54	1	x

Tab.: 3

Signifikante Unterschiede im Hörverlust zwischen den einzelnen Altersgruppen bei konstanter Lärm-arbeitsdauer von 4 - 8 Jahren

x Signifikanz auf dem 5 %-Niveau
 xx " " " 1 %-Niveau
 xxx " " " 0,1 %-Niveau

(Die Pfeile kennzeichnen die Altersgruppe mit dem geringeren Hörverlust)

Nicht signifikante Hörverlustunterschiede sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Verglichene Gruppen		Frequenz/kHz	Signifikanz	
15 - 24	↵ mit	25 - 34	3	x
15 - 24	↵ "	25 - 34	4	xxx
15 - 24	↵ "	25 - 34	6	xxx
15 - 24	↵ "	25 - 34	8	xx
15 - 24	↵ "	35 - 44	0,5	x
15 - 24	↵ "	35 - 44	1	xxx
15 - 24	↵ "	35 - 44	2	xxx
15 - 24	↵ "	35 - 44	3	xxx
15 - 24	↵ "	35 - 44	4	xxx
15 - 24	↵ "	35 - 44	6	xxx
15 - 24	↵ "	35 - 44	8	xxx
15 - 24	↵ "	45 - 54	1	x
15 - 24	↵ "	45 - 54	3	x
15 - 24	↵ "	45 - 54	4	x
15 - 24	↵ "	45 - 54	6	xx
15 - 24	↵ "	45 - 54	8	xx
25 - 34	↵ "	35 - 44	2	xx
25 - 34	↵ "	35 - 44	3	xxx
25 - 34	↵ "	35 - 44	4	xx
25 - 34	↵ "	35 - 44	6	xx
25 - 34	↵ "	35 - 44	8	xx

Tab.: 4

Signifikante Unterschiede im Hörverlust zwischen den einzelnen Altersgruppen bei konstanter Lärm-arbeitsdauer von 9 - 14 Jahren.

x Signifikanz auf dem 5 %-Niveau
 xx " " " 1 %-Niveau
 xxx " " " 0,1 %-Niveau

(Die Pfeile kennzeichnen die Altersgruppen mit dem geringeren Hörverlust)

Nicht signifikante Hörverlustunterschiede sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Verglichene Altersgruppen Frequenz/kHz Signifikanz

< 15	mit	15 - 24	3	x
< 15	↖	15 - 24	6	x
< 15	↖	15 - 24	8	xx
< 15	↖	25 - 34	2	xx
< 15	↖	25 - 34	3	xxx
< 15	↖	25 - 34	4	xxx
< 15	↖	25 - 34	6	xxx
< 15	↖	25 - 34	8	xxx
< 15	↖	35 - 44	2	xxx
< 15	↖	35 - 44	3	xxx
< 15	↖	35 - 44	4	xxx
< 15	↖	35 - 44	6	xxx
< 15	↖	35 - 44	8	xxx
15 - 24	↖	25 - 34	0,5	x
15 - 24	↖	25 - 34	1	x
15 - 24	↖	25 - 34	2	x
15 - 24	↖	25 - 34	3	x
15 - 24	↖	25 - 34	4	xx
15 - 24	↖	25 - 34	6	x
15 - 24	↖	25 - 34	8	x
15 - 24	↖	35 - 44	0,5	x
15 - 24	↖	35 - 44	1	x
15 - 24	↖	35 - 44	2	xxx
15 - 24	↖	35 - 44	3	xxx
15 - 24	↖	35 - 44	4	xx
15 - 24	↖	35 - 44	6	xxx
15 - 24	↖	35 - 44	8	xxx
25 - 34	↖	35 - 44	2	x
25 - 34	↖	35 - 44	3	x
25 - 34	↖	35 - 44	6	x
25 - 34	↖	35 - 44	8	x

Tab. 5:

Signifikante Unterschiede im Hörverlust zwischen den einzelnen Altersgruppen bei konstanter Lärmarbeitsdauer von 15 - 20 Jahren.

x Signifikanz auf dem 5 %-Niveau
 xx " " " 1 %-Niveau
 xxx " " " 0,1 %-Niveau

(Die Pfeile kennzeichnen die Altersgruppe mit dem geringeren Hörverlust)

Nicht signifikante Hörverlustunterschiede sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Verglichene Gruppen		Frequenz/kHz	Signifikanz
=====			
< 15	← mit 15 - 24	8	x
< 15	← 25 - 34	0,5	x
< 15	← 25 - 34	1	xx
< 15	← 25 - 34	2	xxx
< 15	← 25 - 34	3	xxx
< 15	← 25 - 34	4	xxx
< 15	← 25 - 34	6	xxx
< 15	← 25 - 34	8	xxx
< 15	← 35 - 44	2	xx
< 15	← 35 - 44	3	xxx
< 15	← 35 - 44	4	xxx
< 15	← 35 - 44	6	xxx
< 15	← 35 - 44	8	xxx
15 - 24	← 25 - 34	0,5	x
15 - 24	← 25 - 34	1	x
15 - 24	← 25 - 34	2	xxx
15 - 24	← 25 - 34	3	xxx
15 - 24	← 25 - 34	4	xxx
15 - 24	← 25 - 34	6	xxx
15 - 24	← 25 - 34	8	xxx
15 - 24	← 35 - 44	2	xx
15 - 24	← 35 - 44	3	xxx
15 - 24	← 35 - 44	4	xxx
15 - 24	← 35 - 44	6	xxx
15 - 24	← 35 - 44	8	xxx

Tab.: 6

Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen bei konstanter Lärmarbeitsdauer von 21 - 30 Jahren.

x Signifikanz auf dem 5 %-Niveau
 xx " " " 1 %-Niveau
 xxx " " " 0,1 %-Niveau

(Die Pfeile kennzeichnen die Altersgruppen mit dem geringeren Hörverlust)

Nicht signifikante Hörverlustunterschiede sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Die Tabelle 7 zeigt eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Signifikanzprüfung der Hörverlustunterschiede zwischen den einzelnen Berufsgruppen (3. Fragestellung). Die Signifikanz bezieht sich auf die Prüfung des unterschiedlichen Hörverlustes in jeder gemessenen Frequenz bei einem Vergleich jeder mit jeder Berufsgruppe.

Nicht signifikante Hörverlustunterschiede sind in den Tabellen nicht aufgeführt. Die unter der Rubrik "Verglichene Berufsgruppen" stehenden Zahlen entsprechen den Nummern der Berufsgruppen (s.S. 48). Die eingezeichneten Pfeile kennzeichnen die Berufsgruppe mit dem jeweils geringeren Hörverlust. Dabei wurden nur die Berufsgruppen gekennzeichnet, die in mindestens 3 Frequenzen signifikante Unterschiede aufwiesen.

Die Kreuze, die unter der Rubrik "Signifikanz" stehen, bedeuten:

- x = Signifikanz auf dem 5 % Niveau
- xx = Signifikanz auf dem 1 % Niveau
- xxx = Signifikanz auf dem 0,1 % Niveau

Verglichene Berufsgruppen			Frequenz/kHz	Signifikanz
1	mit	2	0,5	xxx
1	"	2	1	x
1	$\overrightarrow{11}$	3	0,5	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	3	1	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	3	6	x
1	$\overrightarrow{11}$	5	3	x
1	$\overrightarrow{11}$	6	0,5	x
1	$\overrightarrow{11}$	6	1	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	6	2	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	6	3	xx
1	$\overrightarrow{11}$	6	4	x
1	$\overrightarrow{11}$	6	6	x
1	"	7	0,5	xxx
1	"	7	1	xx
1	$\overrightarrow{11}$	8	0,5	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	8	1	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	8	2	x
1	$\overrightarrow{11}$	9	0,5	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	9	1	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	9	2	xx
1	$\overrightarrow{11}$	9	3	x
1	$\overrightarrow{11}$	9	4	x
1	$\overrightarrow{11}$	9	6	x
1	$\overrightarrow{11}$	9	8	x
1	"	12	0,5	xxx
1	"	12	1	xx
1	$\overrightarrow{11}$	13	0,5	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	13	1	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	13	2	xx
1	$\overrightarrow{11}$	15	0,5	xxx
1	$\overrightarrow{11}$	15	1	xx
1	$\overrightarrow{11}$	15	6	x
1	$\overrightarrow{11}$	16	0,5	xx
1	$\overrightarrow{11}$	16	1	xx
1	$\overrightarrow{11}$	16	2	x
1	$\overrightarrow{11}$	16	3	x
1	$\overrightarrow{11}$	16	4	x
1	"	17	0,5	xxx
1	"	17	1	xx

2	$\overrightarrow{\pi}$	3	0,5	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	3	1	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	3	6	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	3	8	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	5	0,5	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	5	3	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	5	4	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	5	6	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	5	8	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	6	2	xxx
2	$\overrightarrow{\pi}$	6	3	xxx
2	$\overrightarrow{\pi}$	6	4	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	6	6	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	6	8	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	7	2	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	8	2	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	8	3	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	9	2	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	9	3	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	9	4	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	9	6	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	9	8	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	10	2	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	10	3	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	10	4	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	10	6	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	10	8	x
2	"	12	1	xx
2	"	12	0,5	xxx
2	"	13	1	x
2	"	13	2	xx
2	"	14	0,5	x
2	"	14	3	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	15	0,5	xxx
2	$\overrightarrow{\pi}$	15	2	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	15	3	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	15	4	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	15	6	xx
2	$\overleftarrow{\pi}$	16	0,5	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	16	2	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	16	3	xx
2	$\overrightarrow{\pi}$	16	4	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	16	6	x
2	$\overrightarrow{\pi}$	16	8	x

3	mit	5	0,5	xxx
3	"	5	1	xxx
3	$\leftarrow \pi$	6	0,5	xx
3	$\leftarrow \pi$	6	1	x
3	$\leftarrow \pi$	6	2	x
3	"	7	1	x
3	"	7	8	x
3	"	8	0,5	xx
3	"	8	1	xx
3	"	9	0,5	x
3	"	9	1	x
3	"	10	0,5	xx
3	"	10	1	xx
3	"	11	0,5	xx
3	"	11	1	xx
3	"	12	0,5	xxx
3	"	12	1	xxx
3	"	13	6	x
3	$\leftarrow \pi$	14	0,5	xxx
3	$\leftarrow \pi$	14	1	xxx
3	$\leftarrow \pi$	14	6	x
3	"	16	0,5	xxx
3	"	16	1	xxx
3	$\leftarrow \pi$	17	1	x
3	$\leftarrow \pi$	17	6	x
3	$\leftarrow \pi$	17	8	x
5	"	6	1	x
5	"	6	2	xx
5	"	7	0,5	x
5	$\rightarrow \pi$	9	0,5	x
5	$\rightarrow \pi$	9	1	x
5	$\rightarrow \pi$	9	2	x
5	"	12	0,5	xxx
5	"	12	1	xxx

5	$\overrightarrow{\pi}$	13	0,5	
5	$\overleftarrow{\pi}$	13	1	xxx
5	$\overleftarrow{\pi}$	13	4	xxx
5	$\overleftarrow{\pi}$	13	6	x
5	"	14	4	x
5	"	14	8	x
5	"	15	0,5	x
5	"	15	4	x
5	"	16	4	x
5	$\overrightarrow{\pi}$	17	0,5	xxx
5	$\overleftarrow{\pi}$	17	1	x
5	$\overleftarrow{\pi}$	17	4	x
5	$\overleftarrow{\pi}$	17	8	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	7	2	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	7	3	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	7	4	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	7	6	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	7	8	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	8	3	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	8	4	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	8	6	x
6	"	10	2	x
6	"	11	2	x
6	"	11	8	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	12	0,5	xxx
6	$\overleftarrow{\pi}$	12	1	xxx
6	$\overleftarrow{\pi}$	12	2	xxx
6	$\overleftarrow{\pi}$	12	3	x
6	$\overrightarrow{\pi}$	13	0,5	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	13	3	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	13	4	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	13	6	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	14	0,5	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	14	1	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	14	2	x
6	$\overleftarrow{\pi}$	14	6	x
6	"	16	2	xx

6	$\overleftarrow{\pi}$	17	2	XX
6	$\overleftarrow{\pi}$	17	2	XX
6	$\overleftarrow{\pi}$	17	6	X
6	$\overleftarrow{\pi}$	17	6	X
7	$\overline{\pi}$	9	6	X
7	"	9	8	X
7	$\overleftarrow{\pi}$	12	0,5	XXX
7	$\overleftarrow{\pi}$	12	1	XXX
7	$\overleftarrow{\pi}$	12	8	X
7	"	13	1	X
7	"	14	0,5	X
7	"	15	6	XX
7	"	16	6	X
8	"	9	6	X
8	"	12	0,5	XXX
8	"	12	1	XXX
8	"	13	0,5	XX
8	"	13	1	X
8	"	15	6	X
9	"	11	1	X
9	$\overleftarrow{\pi}$	12	0,5	XXX
9	$\overleftarrow{\pi}$	12	1	XXX
9	$\overleftarrow{\pi}$	12	2	X
9	"	13	4	XX
9	"	13	6	XX
9	"	13	0,5	X
9	"	14	1	X
9	"	16	0,5	X
9	"	17	6	X
9	"	17	8	XX
10	"	12	0,5	XXX
10	"	12	1	XX
10	"	13	0,5	XX
10	"	15	1	X
10	"	17	0,5	X

11	<u>mit</u>	12	0,5	xxx
11	<u>"</u>	12	1	xx
11	<u>"</u>	12	8	xx
11	"	13	0,5	x
11	"	13	1	xx
11	"	15	1	x
11	"	15	8	xx
12	<u>→</u>	13	0,5	xxx
12	<u>→</u>	13	1	xxx
12	<u>→</u>	12	2	xx
12	"	14	0,5	xx
12	"	14	1	xx
12	<u>→</u>	15	0,5	xxx
12	<u>→</u>	15	1	xxx
12	<u>→</u>	15	2	x
12	"	16	0,5	xxx
12	"	16	1	xxx
12	<u>→</u>	17	0,5	xxx
12	<u>→</u>	17	1	xxx
12	<u>→</u>	17	8	xx
13	"	14	0,5	xx
13	"	14	1	xxx
13	"	15	4	x
13	"	15	6	xx
13	"	16	0,5	xx
13	"	16	1	xx
14	"	15	0,5	x
14	"	15	1	xx
14	"	17	0,5	x
14	"	17	1	x
15	"	16	1	x
15	"	17	6	x

Bitte nur doppelt umrandeten Teil ausfüllen

N a m e: _____ Vorname: _____

Geburtsdatum: ____/____/ 19 ____

Alter in J. 7

Geschlecht: Männlich Weiblich

♂=1, ♀= 2 9

Nationalität: Deutsch Ausländer

Dt.1, Ausl.2 10

(Zutreffendes umranden)

Beschäftigungen seit Schulentlassung (auch Militärdienst angeben, z.B. Artillerie, Pioniertruppe usw.)

Jahr der Schulentl. 19 11

vom bis Tätigkeit

Firma Stärkerer
Dienststelle Lärm ?
usw. Ja Nein

Lärm:
Ja = 1
Nein = 2

Beispiel:

2.1.60	31.3.67	Maschinen- former	Eisenwerk Müller, Neustadt	x
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Monate	Lärm
	16
	20
	24
	28
	32
	36
	40
	44
	48
	52

(Nur bei mehr als 10 Arbeitsverhältnissen:

Im jetzigen Betrieb ununterbrochen seit ____/____/ 19 ____)

53-55

In jedem Fall ausfüllen:

Wirkt am jetzigen Arbeitsplatz stärkerer Betriebslärm ein (Zutreffendes umranden) Ja Nein

56

Name des jetzigen Betriebes

Art des Betriebes (z.B. Eisengießerei)

57

Genaue Angabe der Tätigkeit im Betrieb
(z.B. Maschinenformer, Sandaufbereiter usw.)

59

Laufende Nummer des Betriebes

Audiometrische Kontrolluntersuchung nach der
Lärmarbeitsschicht (Ja = 6, Nein = 5)

64

Laufende Nummer des Probanden 73747576

77

Medizinische Anamnese

N a m e _____ Vorname _____ geb. _____	
<u>Familienanamnese</u>	
Vorzeitige Schwerhörigkeit in der Blutsverwandtschaft? (Ja = 1, Nein = 2)	☐ 7
Sonstige Auffälligkeiten in der Blutsverwandtschaft ? (Ja = 1, Nein = 2)	☐ 8
Siehe zusätzliche Angaben unten	
<u>Eigenanamnese</u>	
Chrerkrankungen (Ja = 1, Nein = 2)	☐ 9
Schädeltraumen - Unfall u. ä. (Ja = 1, Nein = 2)	☐ 10
Außerbetriebliche akustische Traumen (z.B. Militärdienst, Unfall, Jäger) (Ja = 1,Nein = 2)	☐ 11
Gehör bei Beginn der Lärmarbeit normal ? (Ja = 1, Nein = 2)	☐ 12
Zahl der Lärmarbeitsjahre (nur wenn unter 1 Jahr, hier Monate) _____ (wenn über 1 Jahr, hier Zahl der Jahre) _____	☐ 13-14 ☐ 15-16 ☐ 17-18
Lebensalter bei Beginn der Lärmarbeit _____	☐ 19
Wird das Gehör jetzt als normal empfunden ? (Ja = 1, Nein = 2)	☐ 20-21
Wenn nicht: Nach wieviel Lärmarbeitsjahren hat sich das Nachlassen des Gehörs bemerkbar gemacht ? (Keine Angaben = 99)	☐ 22
Ohrgeräusche (Ja = 1, Nein = 2) (auch <u>vor</u> der Lärmarbeit)	☐ 23
Zusätzliche Angaben (besondere Bemerkungen, Ergänzungen) (Ja = 1, Nein = 2)	☐ 24-25
Zur Familienanamnese	☐ 26-27
Zur eigenen Anamnese	☐ 73747576
Laufende Nummer	☐ 77

Hörprüfung vor Lärmarbeitsschicht

Gehörgangs- und Trommelfellbefund

Rechts

Gehörgang frei = 1, verlegt = 2

Trommelfell geschlossen = 1

" perforiert = 2

" reizlos = 1

" vernarbt od. gerötet = 2

Links

Gehörgang frei = 1, verlegt = 2

Trommelfell geschlossen = 1

" perforiert = 2

" reizlos = 1

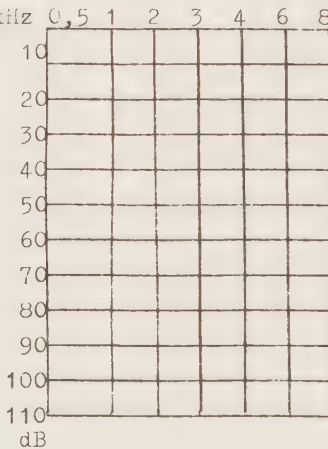
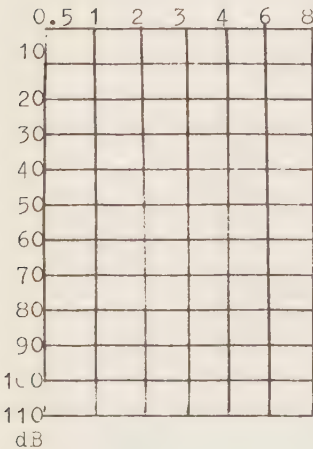
" vernarbt od. gerötet = 2

Geräuschpegel während der Hörprüfung in dB (A)

" " " " " dB (lin)

Rechts

Links



Re. Ohr

0,5 kHz 17-19

1 kHz 20-22

2 kHz 23-25

3 kHz 26-28

4 kHz 29-31

6 kHz 32-34

8 kHz 35-37

Li. Ohr

0,5 kHz 38-40

1 kHz 41-43

2 kHz 44-46

3 kHz 47-49

4 kHz 50-52

6 kHz 53-55

8 kHz 56-58

o _____ o Luftleitung x _____ x

>-----> Kn.-Leitung <-----<

Laufende Nummer

73747576

Lärmanalyse am Arbeitsplatz

N a m e Vorname
geb.

1. Subjektive Beurteilung durch Untersucher

Überwiegend
kontinuierlicher Dauerlärm(=1), schwankender
Dauerlärm(=2), impulshaltiger Lärm(=3) ?
(Keine näheren Angaben möglich = 9) _____

Hauptsächliche Dauerlärmquellen

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____

Hauptsächliche Impulslärmquellen

- 1. _____
- 2. _____

2. Lärmmessung

Bewertung, Oktavband	min.	max	Wirkpegel
dB(A)			
			geschätzter Mittelwert
dB(B)			
dB(lin)			
mf 31,5			
mf 63			
mf 125			

☐

☐ 7

		8-9
		10-11
		12-13

		14-15
		16-17

dB(A)	min.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										18-20
	max.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										21-23
	wirk	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										24-26
dB(B)	min.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										27-29
	max	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										30-32
	mit-	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										33-35
	min.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										36-38
dB(lin)	max.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										39-41
	mit.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										42-44
	min.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										45-47
31,5	max	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										48-50
	mit.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										51-53
	min.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										54-56
63	max.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										57-59
	mit.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										60-62
	min.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										63-65
125	max.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										66-68
	mit.	<table><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>										69-71

Laufende Nummer

73747576.
☐ 77

Lärmanalyse am Arbeitsplatz
(Fortsetzung)

Lärmmessung in Oktavbändern mf 250 ...16 000 Hz

mf 250 Hz	min.	☐ ☐ ☐	7-9
	max.	☐ ☐ ☐	10-12
	mittel	☐ ☐ ☐	13-15
mf 500 Hz	min.	☐ ☐ ☐	16-18
	max.	☐ ☐ ☐	19-21
	mittel	☐ ☐ ☐	22-24
mf 1000 Hz	min.	☐ ☐ ☐	25-27
	max.	☐ ☐ ☐	28-30
	mittel	☐ ☐ ☐	31-33
mf 2000 Hz	min.	☐ ☐ ☐	34-36
	max.	☐ ☐ ☐	37-39
	mittel	☐ ☐ ☐	40-42
mf 4000 Hz	min.	☐ ☐ ☐	43-45
	max.	☐ ☐ ☐	46-48
	mittel	☐ ☐ ☐	49-51
mf 8000 Hz	min.	☐ ☐ ☐	52-54
	max.	☐ ☐ ☐	55-57
	mittel	☐ ☐ ☐	58-60
mf 16000 Hz	mittel	☐ ☐ ☐	61-63

3. Lärmpausen

Zahl der Pausen je Schicht	☐ ☐ ☐	64
Gesamte Pausendauer in min.	☐ ☐ ☐	65-66
Pausenpegel in dB (A)	☐ ☐ ☐	67-69
" " dB (lin)	☐ ☐ ☐	70-72

Laufende Nummer

73747576

☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐

Herrn Prof. Dr.med. W. Niemeyer danke ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit, für sein stets hilfsbereites Entgegenkommen und für viele wertvolle Hinweise.

Fräulein D. Franken und Herrn P. Zöfel danke ich für die Anleitung zur statistischen Auswertung der Ergebnisse.

L e b e n s l a u f

Am 23. Oktober 1943 wurde ich als Sohn des Wirtschaftsjuristen Dr. Artur Trabant und seiner Ehefrau Luise, geb. Seitz in Hanau geboren.

Nach dem vierten Volksschuljahr besuchte ich die Alte Klosterschule, humanistisches Gymnasium in Bad Hersfeld. Am 23. Februar 1963 legte ich dort die Reifeprüfung ab.

Nach Ableistung eines zweijährigen Wehrdienstes nahm ich am 1. April 1965 an der Philipps-Universität in Marburg das Studium der Medizin auf. Am 5. September 1967 bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Nach einem einsemestrigen Studium an der Universität Innsbruck setzte ich das Studium an der Philipps-Universität Marburg fort. Die ärztliche Prüfung habe ich am 17. Dezember 1970 in Marburg bestanden.

Seit dem 1. November 1971 bin ich als Medizinalassistent am Städtischen Wenckebach-Krankenhaus in Berlin tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren:

Berendes, Buchholz, Dimroth, Exner, Hensel, Jacob,
Karlson, Linneweh, Martini, Niemeyer, Petry, Rohen,
Schwaiger, Siegert.

